وزارة التعاليم العالية و البحث العلمي
جامعة القادسية\ كلية التربية
قسم الفيزياء

دراسة نظرية حول اشعاع ها وكنغ

بحث مقدم الي مجلس قسم الفيزياء

وهو جزء من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في علوم الفيزياء

من قبل الطالبين

(عامر عايد عبد علي) و (ضحى عباس مهدي)

بإشراف

م. عامر ياسر كاظم

١٤٣٩ هـ ٢٠١٨ م

Ministry of Higher
Education and Scientific
Research
University of Qadisiyah
Collage of Education
Physics Department

A Theoretical Study On Hawking Radiation

Research presented to the Council of Department of Physics

It is a part of the requirements for obtaining a B.SC.

By the students

Amer Ayed Abd Ali (and) Duha Abbas Mahdi

Supervised by

Lecture

Amer Yasser Kazem

1439 A.H A.B 2018

بسم الله الرحمن الرحيم

اقْرَأْ بِاسْمِ رَبِّكَ الَّذِي خَلَقَ*خَلَقَ الْإِنسَانَ مِنْ عَلَقٍ* اقْرَأْ وَرَبُّكَ الْأَكْرَمُ* الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ*عَلَّمَ الْإِنسَانَ مَا لَمْ يَعْلَمْ *

صدق اللّه العلي العظيم

سورة العلق\ ١-٥

الإهداء

إلى من جرع الكأس فارغاً ليسقيني قطرة حب

إلى من كلّت أنامله ليقدم لنا لحظة سعادة

إلى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي طريق العلم

(إلى القلب الكبير (والدي العزيز

إلى من أرضعتني الحب والحنان

إلى رمز الحب وبلسم الشفاء

(إلى القلب الناصع بالبياض (والدتي الحبيبة

إلى القلوب الطاهرة الرقيقة والنفوس البريئة إلى رياحين حياتي

((إخوتي عامر وضحى

كلمة شكر

لابد لنا ونحن نخطو خطواتنا الأخيرة في الحياة الجامعية من وقفة نعود إلى أعوام قضيناها في رحاب الجامعة مع أساتذتنا الكرام الذين قدموا لنا الكثير باذلين بذلك جهودا كبيرة في بناء جيل الغد لتبعث الأمة من جديد . . .

وقبل أن نمضي تقدم أسمى آيات الشكر والامتنان والتقدير والمحبة إلى الذين حملوا أقدس رسالة في الحياة . . .

إلى جميع أساتذتنا . . . إلى الذين مهدوا لنا طريق العلم والمعرفة الأفاضل مقدم من قبل الطالبين

عامر عايد عبد علي و ضحى عباس مهدي

ا

الخلَاصة

Abstract

تم في هذا البحث دراسة نظرية الاشعاع ها وكنغ حيث تم دراسة حياة العالم ستيفن هاو كنغ والتعرف على بعض منجزات هذا العالم كما تم التطرق في هذا البحث لنظرية النسبية الخاصة والنسبية العامة واهميتها في علم الفيزياء الحديث وي ذألك الحين بحثنا هنا في الثقوب السوداء ما اهميتها و خصائصها وارتباطها بإشعاع ها وكنغ الذي فتح أفاقا جديدة في البحوث العلمية في ميدان الفيزياء الحديثة.

.

المحتويات

ت	الموضوع	رقم الصفحة
	الفصل الاول\ مقدمة عامة	٨
١-١	ها وكنغ	٩
١-٢	الهدف من البحث	١٠
١-٣	الدراسات السابقة	١١
	الفصل الثاني\ الجزء النظري	١٢
٢-١	النظرية النسبية	١٣
٢-٢	الثقوب السوداء	١٤
٢-٣	شكل النجوم التي يكون منها الثقب الأسود	١٦
	الفصل الثالث\ المناقشة والاستنتاجات	٢٠
٣-١	اشعاع هاو كنغ	٢١
٣-٢	الاستنتاجات	٢٢
	المصادر	٢٣

الفصل الاول

مقدمة عامة

(1-1) ستيفن هوكينغ

هو من أبرز علماء الفيزياء النظرية في جميع انحاء العالم درس في جامعة أكسفورد وحصل منها على درجة الشرف لأولى في الفيزياء و أستكمل دراسته في جامعة كامبريدج للحصول على الدكتوراه في علم الكون له أبحاث نظرية في علم الكون وأبحاث في العلاقة بين الثقوب السوداء والديناميكا الحرارية، كما له أبحاث ودراسات في التسلسل الزمني و يعاني ها وكينغ من شكل نادر مبكر الظهور وبطيء التقدم من التصلب الجانبي الضموري المعروف أيضًا باسم مرض العصبون الحركي أو مرض لو-جريج، الذي سبب له بشلل تدريجي على نطاق عقود من الزمن عانى ها وكينغ من خراقة متزايدة في عامه الأخير في أكسفورد بما في ذألك وقوع على بعض الدرج و الصعوبة عند التجذيف الأمر الذي جعل حالته تتفاقم واصبح خطابة مدغم قليلا ولاحظت اسرته التغيرات عند عودت للمنزل في عيد الميلاد وباشروا بالفحوصات الطبية وأتى التشخيص حالة مصاب بمرض العصب الحركي عند ما كان ها وكنغ في سن ٢١ من عمرة عام ١٩٦٣ في ذألك الوقت توقع الاطباء له بقيمة عمر المتوقعة لسنتين فقط

ابرز أعماله

١.عام ١٩٧١:أصدر بالتزامن مع عالم الرياضيات روجر بنروز نظريته التي تثبت رياضيا وعبر نظرية النسبية العامة لأينشتاين بأن الثقوب السوداء أو النجوم المنهارة بسبب الجاذبية هي حالة تفردية في الكون "أي أنها حدث له نقطة بداية في الزمن .

٢.عام ١٩٧٤: أثبت نظريا أن الثقوب السوداء تصدر إشعاعا على عكس كل النظريات المطروحة آنذاك وسمي هذا الإشعاع باسمه "إشعاع ها وكينغ" واستعان بنظريات ميكانيكا الكم وقوانين الديناميكا الحرارية

٣.طور مع معاونه (جيم هارت من جامعة كاليفورنيا) نظرية اللاحدود للكون والتي غيرت من التصور القديم للحظة الانفجار الكبير عن نشأة الكون، إضافة إلى عدم تعارضها مع أن الكون نظام منتظم ومغلق

٤.عام ١٩٨٨ : نشر كتابه تاريخ موجز للزمن الذي حقق مبيعات وشهرة عالية. ولاعتقاد هوكينج أن الإنسان العادي يجب أن يعرف مبادئ بشكل سلس.

٥.عام ٢٠٠١ : نشر كتابه "الكون بإيجاز".

٦.عام ٢٠٠٥ نشر نسخة جديدة من كتابه تاريخ موجز للزمن بعنوان "تاريخ أكثر إيجازًا للزمن" لتكون أبسط للقراء

٧.عام ٢٠١٠ : نشر كتبه "التصميم الكبير" بمشاركة ليونارد ملودينوف.

اهم الجوائز التي حصل علية

*وسام هيوز للجمعية الملكية ١٩٨٢ عام

*قلادة ألبرت أينشتاين١٩٨٥ عام

*وسام الإمبراطورية البريطانية١٩٨٢عام

*الميدالية الذهبية للجمعية الفلكية الملكية١٩٨٥عام

*عضو في الأكاديمية البابوية للعلوم١٩٨٦عام

*جائزة وولف في الفيزياء١٩٨٨عام

* جائزة أمير أستورياس في كونكورد١٩٨٩عام

كتبه ومؤلفاته :

* تاريخ موجز للزمن ١٩٨٨عام

*الثقوب السوداء والأكوان الناشئةعام ١٩٩٣

*الكون في قشرة جوز ٢٠٠١عام

*الوقوف على أكتاف العمالقة ٢٠٠٢عام

*تاريخ أكثر إيجازا للزمن ٢٠٠٥ عام

*الله خلق الأرقام ٢٠٠٥عام

*التصميم العظيم ٢٠١٠عام

*تاريخي الموجز ٢٠١٣

(1-2)الهدف من الدراسة

اهم اهداف البحث التي تلخص

1-التعرف على العالم الفيزيائي ستيفن ها وكنغ وأهم انجازاته

2-التعريف بالنظرية النسبية العامة والخاصة

3-التعريف بالثقوب السوداء وما هيتها وخواصها

4-دراسة نظرية هاو كنغ

ا

(3-1) الدراسات السابقة

١-في نهاية عام ٢٠٠٨، أصدر الفيزيائي والكوزمولوجي ليونارد سوسكيند من جامعة ستانفورد وأحد آباء نظرية لأوتار الفائقة . كتاب تحت عنوان (حرب الثقب الأسود) وأتى في العنوان الفرعي له : حربي مع ستيفن ها وكنغ من أجل جعل العالم آمنًا مع الميكانيك الكمومية وجاء هذا الكتاب بمثابة إعلان له عن انتصاره في الجدال الذي طال أعوام كثيرة وناصره فيه عدد من الفيزيائيين والرياضيين تجاه ستيفن ها وكنغ من جامعة كامبريدج في بريطانيا. وقد كان ستيفن ها وكنغ قد أصدر وهو المرجع في نظرية الجاذبية والأخصائي ببدايات الكون والثقوب السوداء، بحثًا في مطلع السبعينيات من القرن الماضي كانت إحدى نتائجه أن كوننا يفقد ببساطة وبشكل كامل المعلومات وكان ذلك يعارض بشكل جلي المبادئ الأساسية في الميكانيك الكمومية وهو الذي دافع عنه سوسكيند وزملاؤه وقد شحذت تلك الحوارات والمواجهات العلمية بشكل رائع العقول الرياضية عبر العالم لا بل والمنطق المجرد والفيزياء النظرية على حد سواء.

٢- في عام ٢٠١٠ ادّعى فرانكو بيلغرونو من جامعة ميلان أنه تمكّن من تحقيق إشعاع هاو كينغ في المخبر ولكن يُعتقد اليوم بأنّ المشاهدات في ذلك المخبر هي مشاهدات لأمر آخر ولا تمت بصلةٍ لإشعاع ها وكينغ

الفصـــــــــــــــل الثاني

الجـــــــــــــــزء النظري

(٢-١)النظرية النسبية

النسبية أو النظرية النسبية أشهر نظريات الفيزياء الحديثة التي طورت من قبل ألبرت أينشتاين في بداية القرن العشرين وتوجد نظريتان للنسبية الأولى هي النسبية الخاصة والثانية هي النسبية العامة وكلاهما تعتمدان على مبدأ النسبية الذي وضعه جاليليو جاليلي في عام ١٦٣٦ م مصطلح او النظرية النسبية واستعمل من قبل العالم ماكس بلانك عام ١٩٠٦الذي شدد على أن النظرية استخدمت مبدأ النسبية في القسم على ذات الورقة ألفريد بوخر استعمل لأول مرة تعبير النسبية و النظرية النسبية غيرّت العديد من المفاهيم بما يرتبط بالمصطلحات الاساسية في الفيزياء المكان والزمان والكتلة والطاقة. حيث احدثت نقلة نوعية في الفيزياء النظرية وعلم الفلك في القرن العشرين عند نشرها لأول مرة عدلت الأساسيات النظرية لميكانيكا نيوتن التي قد كانت قائمة منذ ٢٠٠ عام لقد قامت نظرية النسبية بتغير مفهوم الحركة لنيوتن حيث نصت أن كل الحركة نسبية ومفهوم الزمان تغير من كونه مطلق ويسير إلى الأمام دائما إلى كونه نسبي وجعله بعُدْ رابع يدمج مع الأبعاد الثلاثة المكانية وجعلت الزمان والمكان شيئا موحدا بعدما كان يتم التعامل معهما كشيئين مختلفين وجعلت مفهوم الزمن يتوقف على سرعة الأجسام، وأصبح تقلص واتساع الزمن مفهوما أساسيا لفهم الكون وهكذا تغيرت كل الفيزياء الكلاسيكية حسب مفهوم نيوتن وأدت مفاهيم النظرية النسبية إلى ظهور علوم جديدة كليا مثل الفيزياء الفلكية وعلم الكون بالإضافة لاستخدامها في تطبيقات حياتية

كنظام الملاحة العالمي GPS.

فمبدأ النسبية الخاصة في الفيزياء هو شرط منصوص به على أن "قوانين الطبيعة تبدو لجميع المراقبين بنفس القوانين لوكان كل منهم في نظام يتحرك بالنسبة لنظام آخر بسرعة منتظمة وفي خط مستقيم" أي أنه لا تبقى حالة حركة مطلقة تميّز مراقب ما عن غيره وإنما يمكن دراسة حركة الأجسام بالنسبة لبعضها البعض ولا يوجد "مختبر " مرجعي يميز عملية القياس ويلعب هذا المبدأ دوراً أساسياً في دراسة الميكانيك الكلاسيكي (مثل قوانين نيوتن للحركة) وأيضا في النسبية الخاصة لأينشتاين وطبق أولا على الحركة المنتظمة وفي خط مستقيم ثم تعمم تطبيقه أيضا في إطار النسبية العامة حيث شملت التسريع أيضا

النسبية الخاصة التي أصدرها أينشتاين عام ١٩٠٥ م أتت للإجابة على صعوبات في خواص سرعة الضوء نتائج تجربة ميكلسون ومورلي التي تم فيها تحليل انتشار الضوء في اتجاهات مغايرة ناقضت قانون السرعة النسبية حيث قانون السرعة النسبية يعتبر أنه لو كانت سيارة تسير بسرعة ٩٩ % من سرعة الضوء، فعلى أضواء السيارة أن تكون سرعتها ضعف سرعة الضوء تفسير النظرية النسبية لذلك التناقض بأن سرعة الضوء ثابتة بلا علاقة بالسرعة النسبية حيث تقدر سرعة الضوء بالفراغ او قيمتها هي ٢٩٩,٧٩٢,٤٥٨ متر في الثانيةِ .

بينما يهتم مبدأ النسبية الخاصة بالحركة "المختبرات " بسرعة منتظمة وفي خط مستقيم بالنسبة لبعضها البعض ، أضاف أينشتاين شرطا وهو وجوب تماثل وانطباق القوانين في "جميع المختبرات" بصرف النظر عن كونها تتحرك بنسبة لبعضها البعض في حركة منتظمة وفي خط مستقيم أم في حالة تسريع وكتب أينشتاين في عام١٩١٦ " يلزم أن تصاغ القوانين الفيزيائية بحيث تنطبق على اي "مختبر" متحرك ويجب أن تصاغ القوانين الطبيعية العامة بحيث تنطبق على أي نظام للإحداثيات أي تحويلها من مختبر إلى آخر." وإضافة إلى هذا فيطلب مبدأ النسبية العام أيضا "مبدأ التكافؤ " الذي يقول أنه لا تستطيع تجربة تعيين عما إذا كان المكان التي تجرى فيه ليس واقعا تحت تأثير جاذبية أو في حالة سقوط حر (بالقرب من كتلة)

(٢-٢) الثقب السود

الثقب الأسود هو مساحة في الفضاء ذات كثافة مهولة أي تحوي كتلة بالغة الكبر بالنسبة لحجمها غالبا تفوق مليون كتلة شمسية تبلغ الجاذبية فيها إلى كمية لا يستطيع الضوء الإفلات منها ولذا تسمى ثقبا أسودا يتكون الثقب الأسود بتجمع مادة كثيرة تنضغط تحت تأثير جاذبيتها الخاصة وتلتهم معظم ما حولها من مادة حتى تصل إلى حالة ثقب أسود كل هذا يحدث فيها بفعل الجاذبية وهي نفس قوة الثقالة ثقب أسود كل هذا يحدث فيها بفعل الجاذبية فالشمس مثلا لها ١ كتلة شمسية أما الثقب الأسود فهو يكون أكثر كتلة من ١ مليون كتلة شمسية تزداد الكثافة للثقب الأسود نتيجة تداخل جسيمات ذراته وانعدام الفراغ البيني بين الجسيمات فتصبح قوّة جاذبيته قوّية إلى درجة تجذب أي جسم يمر بالقرب منه مهما بلغت سرعته وتبتلعه وبالتالي تزداد كتلة المادة الموجودة في الثقب الأسود وبحسب النظرية النسبية العامة لأينشتاين فإن جاذبية ثقب أسود تقوّس الفضاء حوله مما يجعل شعاع ضوء يسير فيه بشكل منحني بدلا من سيره في خط مستقيم في النسبية يعرف الثقب الأسود بصورة أدق على أنه مساحة من الزمكان تمنع فيها جاذبيته كل شيء من الإفلات بما في هذا الضوء يمتص الثقب الأسود الضوء المار بجانبه بفعل الجاذبية وهو يبدو لمن يراقبه من الخارج كأنه منطقة من العدم إذ لا يمكن لأي إشارة أو موجة أو جسيم الإفلات من منطقة تأثيره فيبدو بذلك أسود أمكن التعرف على الثقوب السوداء من خلال رصد بعض الإشعاعات السينية التي تنطلق من المواد عند تحطم جزيئاتها نتيجة اقترابها من مجال جاذبية الثقب الأسود وسقوطها في هاويته لتتحول الكرة الأرضية إلى ثقب أسود يستدعي ذلك تحولها إلى كرة نصف قطرها ٠.٩ سم وكتلتها نفس كتلة الأرض الحالية بمعنى انضغاط مادتها لجعلها بلا فراغات بينية في ذراتها وبين جسيمات نوى ذراتها مما يجعلها صغيرة ككرة الطاولة في الحجم ووزنها الهائل يبقى على ما هو عليه حيث إن الفراغات الهائلة بين الجسيمات الذرية نسبة لحجمها الصغير يحكمها قوانين فيزيائية لا يمكن تجاوزها أو تحطيمها في الظروف العادية ما مفهوم الثقوب السوداء كان طرح فرضية إمكانية وجود مثل هذه الظاهرة هو اكتشاف رومر أن للضوء سرعة محددة وهذا الاكتشاف طرح تساؤلا وهو لماذا لا تزيد سرعة الضوء إلى سرعة أكبر؟ فُسر ذلك على أنه قد تكون للجاذبية تأثير على الضوء ومن هذا الاكتشاف كتب "جون مينشل " عام ١٧٨٣ م مقالا أشار فيه إلى أنه قد يكون للنجم الكثيف المتراص جاذبية شديدة جدًا حتى الضوء لا يمكنهُ الإفلات منها فأي ضوء ينبعث من سطح النجم تعيده هذه الجاذبية هناك فرضية تقول أيضًا أنه هناك نجوم عديدة من هذه النجوم مع أننا لا يمكننا أن نرى ضوئها لأنها لا تبعثه إلا أننا نستطيع أن نتحسس جاذبيتها هذه النجوم هي ما نسميها ب "الثقوب السوداء"، أي الفجوات في الفضاء أهملت هذه الأفكار لأن النظرية الموجية للضوء كانت سائدة في

ذلك الوقت وفي ١٧٩٦ م لكن معاصريه شككوا في صحة الفكرة لهشاشتها النظرية الكوني إلى أن جاءت نظرية النسبية العامة لألبرت اينشتاين التي برهنت على إمكانية وجود الثقوب السوداء فبدأ علماء الفلك في البحث عن آثارها باستخدام التلسكوبات الأرضية والفضائية حيث تم اكتشاف أن نجم الدجاجة إكس- يرجح أن يكون ثقب أسود محتمل سنة ١٩٧١ م وتحولت الآراء حول الثقب الأسود إلى حقائق مشاهدة عبر المقراب الفلكي الراديوي الذي يتيح للراصدين مشاهدة الكون بشكل أوضح وجعل نظرية النسبية حقيقة علمية مقبولة عند معظم دارسي علوم الفيزياء

و تبلغ كتلة ثقوب سوداء عظيمة الكتلة بين ملايين كتلة شمسية إلى مليارات كتلة شمسية ويظهر أنها تتواجد في معظم الحالات في مراكز المجرات كيف تكونت هذه الثقوب السوداء وعلاقتها بتكوّن مجرة حولها لا يزال تحت بحث علماء الفلك في مركز مجرتنا مجرة درب التبانة يوجد مصدر راديوي شديد يشع أشعة غزيرة راديوية وهو يسمى الرامي مليون كتلة شمسية وقد كان تقدير كتلته قبل سنوات معتمدا على مشاهدات سحب من الغازات بالقرب منه (مثل ما يسمى " ذراع حلزوني صغير") أدت إلى أن كتلته تبلغ ٧و ٢ مليون كتلة شمسية ولكن باستعمال تلسكوبات ذات تباين أعلى وحساسية أقوه استطاع العلماء استنتاج كتلته في مركز المجرة عن طريق مشاهدة مدارات نجوم قريبة منه وسرعاتها في مدارات هذه المشاهدات الحديثة إلى أن كتلته أضخم كثيرا فهي تبلغ ٣و ٤ مليون كتلة شمسية تشير المشاهدات إلى أن الثقوب السوداء قد تكونت مع تكون المجرات في وقت واحد، وأنها قد ساعدت على تكون مجرة حولها وهذا موضوع هام يهتم به العلماء لتفسيره

ان حدود مساحة من الزمان والمكان التي لا يستطيع للضوء الإفلات منها وبما أنه لا شيء يمكنه السير بأسرع من الضوء فإن أي شيء يقع في هذه المنطقة سوف يبلغ بسرعة منطقة ذات كثافة عالية ونهاية الزمان وتتنبأ النسبية العامة بأن الأجسام الثقيلة المتحركة سوف تتسبب ببث موجات جاذبية وهي تموجات نتيجة انحناء الفضاء تلك التموجات على حسب فهمي هي ليست مثل موجات الراديو بل هي إنحناء وتقوس في بنية الزمكان تخيل أنك تمشي في بركة ماء سوف تتكون موجات من الماء بسبب حركة في البركة وهذه الموجات الناشئة هي مكانية ذات ثلاث أبعاد وموجة مثلها معها زمانية لتكون موجات من بعد رابع هي التي يقصد بها انحناءات الفضاء تنتقل بسرعة الضوء وتشبه موجات الضوء التي هي تموجات المجال الكهرومغناطيسي إلا أنها يصعب اكتشافها وهي كالضوء تأخذ الطاقة من الأجسام التي تبثها وبالتالي يتوقع أن ينهار نظام من الأجسام الضخمة ويعود في النهاية إلى وضع مستقر لأن الطاقة في أي حركة سوف تحمل بعيدا صورة خيالية لثقب أسود على سبيل المثال دوران الأرض حول الشمس يولد موجات جاذبية ويكون تأثير مسارات الطاقة في تغير مدار الأرض حول الشمس الذي يؤدي في آخر المطاف إلى أن الأرض تقترب من الشمس حتى تستقر داخلها ومعدل خسارة الطاقة ضئيل جدا وشوهد هذا التأثير في نظام النجم النابض وهو نوع خاص من النجوم النيوترونية تبث نبضات منتظمة من موجات الراديو ويضم هذا النظام نجمين نيترونين يدوران حول بعضهما البعض فيما يعرف بالنجوم المزدوجة

(٢-٣) شكل النجوم التي تكون منها الثقب الأسود

احدث "ورنر إزرائيل وهو باحث كندي في دراسة الثقوب السوداء عام ١٩٦٧ م عندما بين أن الثقوب السوداء ليست دوارة فوفقا للنظرية النسبية العامة إن كانت دوارة فلابد أن تكون كروية تماما ولا يتوقف حجمها إلا على كتلتها وأي ثقبين سوداوين بكتلة متساوية هما متساويان بالحجم وقد أمكن وضعهما عن طريق حل خاص لمعادلات أينشتاين قبل النسبية العامة بقليل وكان من المعتقد أن الثقب الأسود لا يتكون إلا عند انسحاق جسم كروي تماما وأن النجوم ليست كروية تماما ولا يمكن بالتالي أن يسحق إلا بشكل تفرد ثقالي عاريا لكن هناك تفسيرات مختلفة لنتيجة " إزرائيل " تبناها روجر بنروز و"جون ويلر " فقد أبديا أن الحركات السريعة في انسحاق النجم يعني أن موجات الجاذبية المنبعثة منه تجعله أكثر كروية إلى أن يستقر في وضع ثابت ويصبح كرويا بشكل دقيق. ووفق تلك النظرية فأن أي نجم دوار يصبح كرويا مهما كان شكله وبنيته الداخلية معقدتين وسوف ينتهي بعد انسحاقه بالجاذبية إلى ثقب أسود كروي تماما يتوقف حجمه على كتلته وتبين ان تلك النبضات ما هي إلا نجوم نيوترونية. حتى ذلك واكتشف أول نباض عام ١٩٦٧ مؤيدا للنظرية النسبية الحين كانت النجوم النيوترونية والثقوب السوداء ترى على أنها أجسام نظرية ولا وجود لها في الطبيعة وخلال تلك الفترة كثرت حسابات النظرية النسبية التي تؤدي إلى امكانية نشأة ثقب أسود من خلال عمل ورنر إزرائيل وبراندون نشأت " نظرية لا شعر" والتي تشير إلى أن حل

الثقب الأسود الثابت يمكن وصفه بثلاثة إحداثيات طبقا لمقياسية كتلة والعزم الزاوي والشحنة الكهربائي وكانت ظواهر الثقب الأسود المحسوبة بواسطة النظرية النسبية لا تزال تعتبر نظرية بحتة وناشئة عن شروط تناظر مفترضة في حل معادلات ولكن في الستينيات من القرن الماضي قام روجر بنروز وستيفن هوكينج باستخدام طريقة شاملة لإثبات أن حالة التفرد الثقالي تظهر أيضا في الحلول العامة لمعادلات النظرية النسبية العامة وفي عام ١٩٦٣ م، وجد "دوي كير " مجموعة من الحلول لمعادلات النسبية العامة تصف الثقوب السوداء الدوارة التي أغفلها "إزرائيل فإذا كانت الدورات صفر يكون الثقب الأسود كروي تماما ويصبح الحل مماثلا لحل "شفارزشيلد". أما إذا كان الدوران ليس صفرا ينتفخ الثقب الأسود نحو الخارج قرب مستوى خط استوائه تماما مثل الأرض منبعجة من تأثير دورانها لقد أفترض إزرائيل أن أي جسم ينسحق ليكون ثقبا أسود سوف ينتهي إلى وضع مستقر كما يصف حل كير

أما بالنسبة لحجم الثقوب السوداء ففي عام ١٩٧٠ م بين "براندون كارتر " أن حجم وشكل أي ثقب أسود ثابت الدوران يتوقف فقط على كتلة ومعدل دورانه بشرط يكون له محور تناظر وبعد فترة أثبت ستيفن هوكينغ أن أي ثقب أسود ذى دوران ثابت سوف يكون له محور تناظر واستخدم "رو بنسون هذه النتائج ليثبت أنه بعد انسحاق الجاذبية بان الثقب الأسود من الاستقرار على وضع يكون دوارا ولكن ليس نابضا وأيضا حجمه وشكله يتو قفان على كتلته ومعدل دورانه دون الجسم الذي انسحق ليكونه.

لا يوجد دليل على وجود الثقوب السوداء سوى حسابات مبنية على النسبية لذلك كان هناك من لم يصدق بها. وفي عام ١٩٦٣ م رصد "مارتن سميدت " وهو عالم فلكي أمريكي الانزياح نحو الأحمر في طيف جسم باهت يشبه النجم في اتجاه مصدر موجات الراديو فوجد أنة أكبر من كونه ناتج عن حقل جاذبية فلو

كان انزياحه بالجاذبية نحو الأحمر لكان الجسم كبير الكتلة وقريبا منا بحيث تنزاح مدرات الكواكب في تشوهات المتسببة نتيجة الجاذبية الهائلة للثقب الأسود أمام سحابة ماجلان الكبرى تفسير تصوري شكل النجوم التي تكون منها الثقب الأسود حجم الثقوب السوداء وأدلة وجود هذه الثقوب النظام الشمسي. وهذا الانزياح نحو الأحمر ناتج عن توسع الكون وهذا يعني بدوره أن الجسم بعيدا جدا عنا ولكي يرى على هذه المسافة الكبيرة لابد وأنه يبث مقدار هائلا من الطاقة والتفسير الوحيد لهذا ناتج انسحاق بالجاذبية ليس لنجم واحد بل لمنطقة مركزية من إحدى المجرات بكاملها وتسمى أشباه النجوم

من خلال فكرة تعريف الثقب الأسود كمجموعة من الأحداث التي لا يمكن الإفلات منها بعيداً ويعني أن الثقب الأسود أي أفق الحدث مكون من مسارات أشعة الضوء في الزمكان وبالتالي لا يستطيع الضوء الابتعاد عن الثقب الأسود بل يحوم عند أطرافه إلى الأبد. أن هذه المسارات لا يمكن أن تقترب من بعضها البعض فإذا أقتربت فلابد أن تندمج لتصبح واحدة وفي هذه الحالة تقع في ثقب أسود، ولكن إذا أبتلع الثقب الأسود هذه الأشعة فهذا يعني أنها لم تكن على حدوده وهذا يعني أنه يجب أن تكون الأشعة متوازية أو متباعدة وإذا كانت الأشعة التي يتألف منها أفق الحدث لا يمكنها أن تتقارب فإن مساحة أفق الحدث تبقى كما هي أو تتسع مع الزمان وفي الواقع تتسع المساحة كلما وقع في الثقب الأسود مادة أو إشعاع وإذا تصادم ثقبان أسودان واندمجا معا في ثقب واحد فإن مساحة أفق حدث للثقب الجديد تساوي مجموع مساحتي الثقبين الأوليين أو أكبر وبناءً على هذا التعريف وهذه الفكرة فسوف تكون حدود الثقب الأسود هي للثقب الأسود وأيضا مساحتهما بشرط أن يكون الثقب الأسود صار إلى وضع مستقر لا يتغير مع الزمن كان هذا السلوك لمساحة الثقب الأسود مستوحى إلى حد بعيد من سلوك مقدار مادي يدعى "أنتروبيا"-وهو مقياس درجة الخلل أو اضطراب نظام ما - ويعرف تقدير أو وصف هذه الفكرة الدقيقة بالقانون الثاني للديناميكا الحرارية فهو ينص على أن "الأنتروبيا" لنظام معزول تتزايد باطراد وعندما يندمج نظامين معا، تكون "أنتروبيا" النظام الموحد، أكبر من مجموع الأثنين في كل منهما إن مساحة أفق الحدث هي مقياس أنتروبيا لثقب الأسود؛ فكلما سقطت فيه مادة تحمل أنتروبيا كلما وأتسعت مساحة أفق الحدث ’بحيث أن مجموع أنتروبيا المادة خارج الثقوب السوداء ومساحة الآفاق لا تنقص أبدا، فإذا كان للثقب الأسود أنتروبيا فلابد أن تكون له حرارة كذلك كل جسم ذي حرارة معينة لابد أن يبث إشعاع بمعدل ما وهذا الإشعاع ضروري لتفادي خرق القانون الثاني للديناميكا. أي أنه يجب أن تبث الثقوب السوداء إشعاعا ولكن الثقوب السوداء بحكم تعريفها بالذات أجسام يفترض أن لا تبث شيئا. وفي الحقيقة الثقوب السوداء الدوارة تبث جسيمات ذرية ولكن عندما أجرى ستيفن هوكينغ حساباته ظهرت له نتيجة مزعجة وهي أنه حتى الثقوب السوداء غير الدوارة تبث جسيمات ذرية وهذه النتيجة كان يعتقد ستيفن أنها ناتجة عن اعتماده تقديرا خاطئا وأخيرا أكد له حتى الثقوب السوداء غير الدوارة تبث جسيمات ذرية وهذه النتيجة كان يعتقد ستيفن أنها ناتجة عن اعتماده تقديرا خاطئا وأخيرا أكد له حتى الثقوب السوداء غير الدوارة تبث جسيمات ذرية وهذه النتيجة كان يعتقد ستيفن أنها ناتجة عن اعتماده تقديرا خاطئا وأخيرا أكد لهكيف يبدو أن الثقب الأسود يمكنه بث جسيمات مادمنا نعرف أن لا شي يمكنه الإفلات من أفق الحدث؟ الجواب كما تفيد نظرية الكم هو إن الجسيمات لا تصدر من داخل الثقب الأسود بل من (الفراغ) الفضاء الفارغ خارج أفق الحدث للثقب الأسود مباشرة؛ وكي تتضح

الصورة لابد من إعادة فكرة إن ما نخاله فضاء فارغا لا يمكن أن يكون فراغا تماما لأن ذلك يعني إن جميع الحقول من الجاذبية ووكهرومغناطيسية ستكون صفرا بالضبط إلا أن قيمة الحقل ومعدل تغيره مع الزمن

يشبهان موقع وسرعة الجسم: فمبدأ عدم التأكد يحتم أنه كلما قمنا بقياس واحدة من هاتين الكميتين بدقة عالية كلما تناقصت دقة قياس الكمية الأخرى. ففي فضاء فارغ لا يمكن تحديد الحقل صفرا بدقة لأنه تكون له قيمة صفر ومعدل تغير صفر، وهذا مخالف لمبدأ عدم التأكد. إذا لابد أن تكون هناك جسيمات أولية في

الفضاء تظهر تارة وتختفي تارة وهي حينما تفعل ذلك فهي تظهر على هيئة زوجا من الجسيمات أحدهما الجسيم والآخر نقيضه ولا يلبثان طويلا بل يفني كل منهما الآخر ثانيا من هنا ظهرت فكرة طاقة الصفر

ولا يمكن رؤية هذه الجسيمات أو اكتشافها بالكشافّات لان تأثيراتها غير مباشرة ويتنبأ مبدأ الارتياب بوجود أزواج أفتراضية متشابهة من جسيمات المادة بحيث يكون أحد الزوجين من المادة والأخر من المادة المضادة. وتخيل هذه الجسيمات على حدود الثقب الأسود أي على حدود أفق الحدث من الممكن جدا أن يسقط الجسم الافتراضي الذي يحمل الطاقة السالبة وينجو الجسم ذو الطاقة الموجبة بالنسبة لراصد من بعيد .يبدو وكان الجسيم صادر عن الثقب الأسود ومع دفق الطاقة السالبة إلى داخل الثقب الأسود سوف تنخفض

كتلة الثقب الأسود ولفقد الثقب الأسود لبعض كتلته تتضاءل مساحة أفق حدثه فكلما صغرت كتلة الثقب الأسود أرتفعت درجة حرارية ومع ارتفاع درجة الحرارة يزداد معدل بثه الإشعاع فيتسارع نقصان كتلة أكثر فأكثر ولكن لا أحد يعلم ماذا يحدث للثقب الأسود إذا تقلصت أو انكمشت كتلته إلى درجه كبيرة ولكن الاعتقاد الأقرب أنه سوف ينتهي إلى انفجار نهائي هائل من الإشعاع يعادل انفجار ملايين من القنابل الهيدورجينية. فالثقب الأسود الأولى ذو الكتلة البدائية من ألف مليون طن يكون عمره مقاربا لعمر الكون. أما الثقوب السوداء البدائية ذات الكتلة دون هذه الأرقام فتكون قد تبخرت كليا. وتلك التي لها كتله أكبر بقليل تستمر في بث إشعاعات على شكل أشعة سينية أشعة غاما وهذه الإشعاعات من سينيه وغاما تشبه الموجات الضوئية ولكن بطول موجي أقصر وتكاد هذه الثقوب لا تستحق صفة سوداء فهي حارة في الواقع إلى درجة (الاحمرار- أبيض) وتبث طاقة بمعدل يقارب عشرة آلاف ميغا الواط كيف نرصد الثقب الأسود قد نفتش عن أشعة غاما التي تبثها الثقوب السوداء الأولية طوال حياتها مع إن إشعاعات معظمها سوف تكون ضعيفة بسبب بعدها عنا بعدا كبيرا، ولكن اكتشافها من الممكن. ومن خلال النظر إلي خلفية أشعة غاما لا نجد أي دليل على ثقوب سوداء أولية ولكنها تفيد بأنه لا يمكن تواجد أكثر من ٣٠٠ منها في كل سنه ضوئية مكعبة من الكون. فلو كان تواجدها مثلا أكثر بمليون مرة من هذا العدد فإن أقرب ثقب أسود إلينا يبعد ألف مليون كيلومتر، وكي نشاهد ثقبا أسودا أوليا علينا أن نكشف عدة كمات من أشعة غاما صادرة في اتجاه واحد خلال مدى معقول من الزمن كأسبوع مثلا، ولكن نحتاج إلى جهاز استشعار كبير لأشعة غاما وأيضا يجب

أن يكون في الفضاء الخارجي لأن الغلاف الجوي للأرض يمتص قدرا كبيرا من أشعة غاما الآتية من خارج الأرض.. إن أكبر مكشاف أشعة غاما يمكنه التقاطها وتحديد نقطة الثقوب السوداء موجود لدينا هو الطبقة الهوائية للأرض بكاملها فعندما يصطدم كم عالي من الطاقة من أشعة غاما بذرات جو الأرض يُولد أزواجا من الإلكترونات والبوزيترونات (نقيض الإلكترون) ونحصل على وابل من الإلكترونات السريعة التي تُشع ضوءا يدعى إشعاع شيرنكوف. إن فكرة إشعاع الثقوب السوداء هي من أمثلة التنبؤ الفيزيائي المبني على النظريتين الكبيرتين المُكتشفتان في هذا القرن : النظرية النسبية العامة وميكانيكا الكم. وهذه أول إشارة إلى أن ميكانيكا الكم قادرة على حل بعض التفردات الثقالية التي تنبأت بها النسبية العامة.

وعلى الرغم من عدم التمكن من رؤية أو تصوير الثقوب السوداء، فهناك طرق لمعرفة مكانها. وقد استطاع العلماء الالمان في السنوات القليلة الماضية اكتشاف حقيقة تواجد أحد تلك الثقوب السوداء في مركز المجرة. بالطبع لم يروه رؤية مباشرة ولكنهم دئبوا على مراقبة حركة نجم كبير قريب من مركز المجرة لمدة سنوات عديدة، ويدور هذا النجم في مدار حول مركز خفي وعلى أساس معرفة كتلة النجم ونصف قطر فلكه استطاع العلماء استنتاج وجود الثقب الأسود في مجرتنا وحساب كتلته التي تبلغ نحو ٢ مليون ضعف لكتلة الشمس. هل يمكن رؤية الثقب الأسود؟ ينشأ الثقب الأسود عندما ينتهي عمر أحد النجوم البالغة الأكبر حجما وينتهي وقوده فينفجر وينهار على نفسه ويتحول النجم من سحابة كبيرة عظيمة إلى تجمع صغير محدود جدا للمادة المكثفة. ويعمل ذلك التجمع المادي المركز على جذب كل ما حوله من جسيمات أو أي مادة أخرى. وحتى فوتونات الضوء لا تفلت منه بسبب جاذبيته الخارقة، فالثقب الأسود لا ينبعث منه ضوء ولكن كل ما ينجذب وينهار على الثقب الأسود يكتسب سرعات عالية جدا وترتفع درجة حرارتها. وتستطيع التلسكوبات الكبيرة على الأرض رؤية تلك الدوامات الشديدة الحرارة. أي أن الثقب الأسود يفصح عن نفسه بواسطة شهيته وجشعة لالتقاط كل مادة حوله. ولا يتعين علينا أن نخاف لأن الفلكيين لم يجدوا أي ثقب أسود بالقرب من المجموعة الشمسية

الثقب الأسود هو المرحلة الأخيرة من عمر نجم عظيم الكتلة. وفي الواقع فهو ليس نجما حيث أنه لا يولّد طاقة عن طريق الاندماج النووي يتوقف الاندماج النووي في النجم كبير الكتلة بعد استهلاكه لوقوده من الهيدروجين والهيليوم ويصبح ثقبا أسودا لا يشع ضوء

١. الثقب الأسود الدقيق: وتسمى أيضا الثقوب السوداء الكمومية وهو ثقب أسود صغير جدا تلعب تأثيرات ميكانيكا الكم دور مهم في تفسيره

٢.الثقب الاسود النجمي :هو ثقب أسود ينشأ من تقلص نجم عملاق عظيم تكون كتلته نحو ١٥ كتلة شمسية أو أكثر عند نهاية عمر النجم. ويشاهد ذلك الحدث في صورة انفجار مستعر أعظم أو انفجار أشعة غاما

٣.ثقب أسود متوسط الكتلة : هي ثقوب ذات كتلة أكبر من الثقوب النجمية (عشرات من كتلة الشمس) وأقل بكثير من الثقوب السوداء العملاقة (بضعة ملايين كتلة الشمس). وأدلة وجود هذا النوع قليلة مقارنة مع النوعين الاخرين العملاقة والنجمية كما أن كيفية تشكل تلك الثقوب مازال ليس واضحا

٤.الثقب الأسود فائق الضخامة :هي ثقوب ذات كتلة أكبر من الثقوب النجمية (عشرات من كتلة الشمس) وأقل بكثير من الثقوب السوداء العملاقة (بضعة ملايين كتلة الشمس). وأدلة وجود هذا النوع قليلة مقارنة مع النوعين الاخرين العملاقة والنجمية، كما أن كيفية تشكل تلك الثقوب مازال ليس واضحا هو أكبر نوع من الثقوب السوداء يوجد في نطاق مجرة، تتراوح كتلته بين مئات آلاف وبلايين الكتل الشمسية. معظم المجرات - إن لم تكن كلها - بما في ذلك مجرتنا - درب التبانة - يُعتقد أنها تحتوي ثقوبا سوداء عظيمة الضخامة .وهناك عدة طرق لتشكل الثقوب السوداء العملاقة منها نمو الثقب عن طريق زيادة المادة التي يسحبها من المحيط من حوله

الفصـــــــل الثالث

مناقشـــــــة واستنتاجات

(٣-١) اشعاع ها وكنغ

إشعاع هوكينغ hawking radiation أو ما يسمى أيضا بإشعاع بيكشتاين ها وكينغ هو سمي هذا الإشعاع نسبة ل Stephen Hawkingالذي برهن نظريا على وجود هذه الإشعاعات سنة ١٩٧٤ . وأحيانا أيضا تنسب gacob bekenstein الذي تنبأ بأن ها وكينغ هو ما يتسبب في تقلص الثقوب السوداء واضمحلالها.. إلى حيث طبق عالم الفيزياء النظرية ستيفن هوكينغ نظريات الترموديناميكا والنظرية النسبية العامة وميكانيكا الكم وتوصل إلى أن الثقب الأسود يمكن أن يصدر أشعة. وافترض حدوث إنتاج زوجي عند أفق الحدث للثقب الأسود ينتج عنه إشعاع سُمي "إشعاع هوكينغ". كما أستطاع استنتاج أن كتلة الثقب الأسود تتبخر مع الوقت وقدر عمر تبخر الثقب الأسود بنحو١٠^٦٧^سنة

بالعكس من الفيزياء التقليدية فإن ميكانيكا الكم لا تفترض أن الفراغ "فراغ لا يحتوي على شيئ" وإنما هو حالة معقدة يتأرجح فيها الفراغ ويفترض في ذلك أن التأرجح الفراغي يتكون من جسيمات افتراضية حيث تظهر فجأة جسيم ونقيض الجسيم طبقا لمبدأ عدم التأكد ل هايزنبرج لفترة زمنية قصيرة جدا جدا ثم يختفيان. كما يشكل أفق الحدث للثقب الأسود منطقة يحدث فيها إنتاج زوجي لجسيمات افتراضية واختفائها كثيرا. تنشأ فجأة تلك الجسيمات المزدوجة الافتراضية وتكون - طبقا لقانون بقاء الطاقة طاقة جسيم موجبة أم طاقة سالبة. وعلى ذلك فمن الممكن أن يسقط جسيم افتراضي ذو طاقة سالبة في الثقب الأسود ويصبح فيه جسيما حقيقيا أو نقيض جسيم حقيقي. تؤدي تلك الحالة إلى انفصال الجسيم عن نقيضه عند أفق الحدث قبل أن يفني كل منهما الآخر. ويسقط أحدهما في الثقب الأسود بينما يزوح الجسيم الآخر كجسيم حقيقي في الفضاء وقد يترك نطاق الثقب الأسود. ويفقد الجسيم الحقيقي الساقط في الثقب الأسود طاقة الوضع وهي تكون كافية لتوليد ازدواج جديد وكافية لإطلاق الجسيم الآخر لكي يغادر حقل الجاذبية للثقب الأسود نقيضه فتكون طاقته سالبة. ونظرا لكون شدة الجاذبية للثقب الأسود بالغة الكبر فمن الممكن أن تحتوي على جسيمات حقيقية ذات مربع سرعة طبقا لمعادلة أينشتاين لتكافؤ $E=mc^2$ (حيث E الطاقة ، و m كتلة المادة و c^2 الضوء في الفراغ) فتكون الطاقة والمادة الطاقة متناسبة طرديا مع الكتلة. فإذا اكتسب الثقب الأسود طاقة سالبة فيفقد بسبب ذلك جزءا من كتلته وتشكل الجسيمات الحقيقية التي تهرب من الثقب الأسود ما يسمى بإشعاع ها وكينغ. ونظرا لأن هذا لافتراض يمكن أن ينطبق أيضا على لفوتونات فيمكن أن يحتوي اشعاع ها وكينغ على طيف مستمر من موجات كهرومغناطيسية مختلفة في أطوال موجاتها مهمة بالنسبة إلى الثقوب السوداء القليلة الكتلة نسبيا. وتكون أبعاد الثقوب السوداء ذات كتلة صغيرة نسبيا (حد شفارتزشيلد) ، ويكون أفق الحدث لها وكذلك الزمكان المحيط بها شديدي الانحناء. أي أنه كلما زادت كتلة الثقب الأسود كلما قل ما يخرج منه من أشعة. وكلما قلت كتلة الثقب الأسود كلما كان معدل تبخره سريعا

(٣-٢) استنتاجات

يعتمد افتراض إشعاع هوكينغ على

١.اقتران بين تأثيرات ميكانيكا الكم و النظرية النسبية العامة ونظريات الثرموديناميكا ونظرا لعدم

٢.توحيد تلك النظريات مع بعضها البعض

3.لذلك فتتسم نتائج المناقشة هنا بشيئ من عدم الدقة

٤.يفقد الثقب الأسود أشعة حرارية ومن كتلته. فهو ينكمش ببطء بمرور الوقت

٥.فإذا افترضنا طيف جسم أسود وطبقنا عليه قانون بولتزمان بالنسبة إلى شدة إشعاعه فإننا نستطيع استنتاج " مدة عمره " من قدرة إشعاعه ، وتتناسب مدة عمره مع القوة ٣ لكتلته

المصادر

١- لانداو ورومر - دار مير "ماهية النظرية النسبية "- موسكو - ١٩٧٤ م

٢- د. طالب ناهي الخفاجي تأليف "النسبية بين نيوتن وأينشتاين"١٩٧٨م

٣- د. محمد عبد الرحمن مرحبا " آينشتاين والنظرية النسبية" دار القلم – بيروت ١٩٨١م

٤- من وكالة الفضاء ناسا. تاريخ الولوج ٢٠١٠م

٥- -لاندماج النووي في النجوم. تاريخ الولوج ٢٠١٢م

٦- Stephen Hawking: Eine kurze Geschichte der Zeit, S. 141 f Rowohlt Taschenbuch Verlag, 2005, 25. ٨ .1