

أهداف البحث:

- ❖ التعرف على أهم المبادئ في الثقب الأسود.
- ❖ والتحقق من إمكانية إنشاء ثقب أسود في مصادم الهادرونات الكبير LHC.
- ❖ دراسة المخاطر الناجمة عن هذه العملية.
- ❖ ومناقشة حالة فقدان المعلومات الغير متفق عليها بسبب الاختلافات بين النسبية العامة -التي افترضت وجود الثقوب السوداء- وبين ميكانيك الكم في تفسير الجاذبية.
- ❖ تحديد أين يجب التعمق والبحث لإيجاد نظرية كمومية للثقالة.

Introduction

According to Newton's theory of gravity, the escape velocity v from a distance r from the center of gravity of a heavy object with mass m , is described by:

$$\frac{1}{2}v^2 = \frac{Gm}{r}$$

Equation 1¹

"John Mitchell" asked this question as early as 1783. Pierre Simon de Laplace investigated the situation further in 1796. his main question was do rays of light fall back towards the surface of such an object? One would expect that even light cannot escape to infinity. Later, it was suspected that, due to the wave nature of light, it might be able to escape anyway.²

Now, we know that such simple considerations are misleading. To understand what happens with such extremely heavy objects, one has to consider Einstein's theory of relativity, both Special Relativity and General Relativity, the theory that describes the gravitational field when velocities are generated comparable to that of light.

Soon after Albert Einstein formulated this beautiful theory, it was realized that his equations have solutions in closed form. One naturally first tries to find solutions with maximal symmetry, being the radially symmetric case. Much later, also more general solutions, having less symmetry, were discovered. These solutions, however, showed some features that, at first, were difficult to comprehend. There appeared to be singularities that could not possibly be accepted as physical realities, until it was realized that at least some of these singularities were due only to appearances. Upon closer examination, it was discovered what their true physical nature is. It turned out that, at least in principle; a space traveler could go all the way in such a "thing" but never return. Indeed, also light would not emerge out of the central region of these solutions. John Archibald Wheeler named these strange objects "black holes."³

[2, 11]¹

[2, 11]²

[2, 11]³

A Short List of Known Black Holes:

Stellar mass Black Holes ⁴

Ordered by Distance

	Name	Constellation	Distance (Light Years)	Mass (in Solar Units)
Stellar Mass Black Holes	Nova Mon 1975	Monoceros	2,700	11
	Nova Persi 1992	Perseus	6,500	5
	Nova Vul 1988	Vulpecula	6,500	16
	Cygnus X-1	Cygnus	7,000	11
	V404 Cygni	Cygnus	8,000	12
	IL Lupi	Lupus	13,000	9
	SS 433	Aquila	16,000	8
	V4641 Sgr	Sagittarius	32,000	7
	Nova Oph 1977	Ophiuchus	33,000	7

1 Table

Galactic Mass Black Holes ⁵

Ordered by Mass

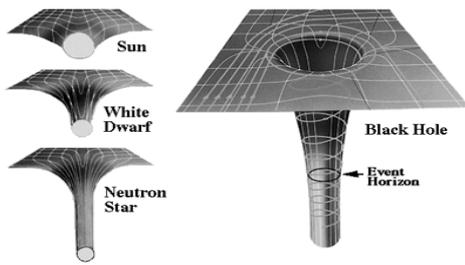
	name	constellation	Distance(Light Years)	Mass (In Solar Units)
Galactic Mass Black Holes	Messier-33	Triangulum	2,600,000	50,000
	NGC-205	Andromeda	2,300,000	50,000
	Milky Way SgrA	Sagittarius	27,000	3,000,000
	NGC-1023	Canes Venatici	37,000,000	44,000,000
	Messier-31	Andromeda	2,300,000	45,000,000
	Messier-81	Ursa Major	13,000,000	68,000,000
	NGC-3608	Leo	75,000,000	190,000,000
	NGC-4261	Virgo	100,000,000	520,000,000
	Messier-87	Virgo	52,000,000	3,000,000,000

Table 2

[2, 12] ⁴[2, 12] ⁵

مفاهيم حول الثقب الأسود:

أفق الحدث:



1 Figure

هو الحد الفاصل بين المنطقة التي تكون فيها سرعة الهروب أكبر من سرعة الضوء وبين المنطقة التي تكون فيها أصغر من سرعة الضوء وعنده تكون مساوية تماماً لـ c ، تم تعيينه سنة 1916 بفضل العالم Schwarzschild بالمعادلة التالية⁶:

$$R = \frac{2MG}{c^2}$$

2 Equation

ظاهرة المد:

إذا كان هنالك جرم ما تابع لجرم آخر، فإن النقاط الأقرب الى الجرم ستعرض لقوة جذب أكبر من تلك البعيدة عنه، وعادة يكون هذا الفرق في الجذب غير ملحوظ ولكن بازدياد أحجام الأجسام المجذوبة وبازدياد قوة الجذب، يصبح أكثر وضوحاً، ويعطى هذا الفرق في تسارع الجاذبية بالعلاقة:

$$a = \frac{2GMd}{R^3}$$

83 Equation

على كوكب الأرض بالنسبة لشخص بطول 1.8 م يكون الفرق $6 \times 10^{-6} m.s^{-2}$

موجات الجاذبية:

هي حقل جذب سريع التغير ينفصل عن مصدره وينتقل على شكل اهتزاز للزمكان بسرعة الضوء⁹، عادة تنشأ من الحركة المتسارعة للأجسام السماوية الكثيفة ولكنها غالباً ما تكون ضعيفة وأضعف من أن تلاحظ، فمثلاً ينتج عن حركة الكواكب في المجموعة الشمسية موجات جاذبية أضعف من ضوء الشمس بحوالي مئة ألف مليار مرة.

ومن أهم الأمثلة عليها نظام النجمين المزدوج؛ حيث أن الحركة الدورانية لكلا الجسمين بسرعات كبيرة حول بعضهما يسبب انطلاق موجات الجاذبية محملة بمقدار من الطاقة ممل يسبب ضياع طاقة الجملة بشكل تراكمي يؤدي الى تقارب الجرمين شيئاً فشيئاً حتى يصل النظام الى حد تختل فيه المدارات وتهوي النجوم لتتصادم ببعضها، ويسمى اصطدام نجمين نيوترونيين ببعضهما انفجار أشعة غاما وهو من اقوى الانفجارات المعروفة الى اليوم.

⁶ يمكن استنتاجها عن طريق تعويض $v=c$ في المعادلة رقم 1

⁷ [2, 12]

⁸ [2, 12]

⁹ [1, 9]

نافورات الطاقة:

عندما تسقط المادة في الثقوب السوداء تطلق طاقة كامنة تتألفية تمثل المصدر الوحيد لنافورات الأشعة السينية والغازات التي يراها الفلكيون معلقة في المنظومات السماوية¹⁰.

إشعاع هوكينغ (Hawking Radiation)

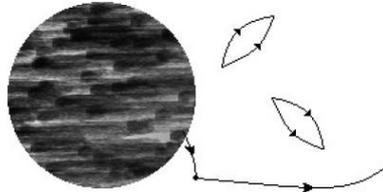


Figure 2

بسبب التأثيرات الكمومية لا يمكننا القول إن الفراغ خال من أي حدث فيزيائي¹¹. فخلال فواصل زمنية قصيرة جدا يمكن تشكل زوجين افتراضيين من جسيم وجسيم مضاد ليعودا ويندمجا معطيان طاقة من جديد. ويدعى ذلك بالاضطرابات الكمومية في الخلاء. عندما يحدث ذلك بالقرب من أفق الحدث عند الثقب الأسود، قد ينجذب أحد هذين الجسمين الى الثقب الأسود ويبقى الآخر طليقا في الفضاء. هذا ما افترضه العالم Steven Hawking عام 1974.¹²

ابتكر الفيزيائي جيف

ستاينير من معهد Technoin وسيلة لمحاكاة إشعاع هوكينغ ضمن المخبر حيث كانت خطوات التجربة كالتالي: برد عدة ذرات روبيديوم حتى درجات قريبة من الصفر المطلق. عند هذه الحرارة يسمى السائل بالسائل الكمومي. ثم استخدم الليزر لیسرع حركة السائل لكي تصبح أسرع من سرعة الصوت، مما يجعل الأمواج الصوتية تنحصر ضمن السائل ولا تستطيع الخروج، محاكية بذلك تأثير جاذبية الثقوب السوداء على الضوء. كما تم تجهيز التجربة بحيث تتشكل أزواج من الأمواج الصوتية وتختفي بالقرب من منطقة السائل الكمومي كما يحصل للأمواج الجسيمات والجسيمات المضادة قرب الثقب الأسود. وكما يتوقع في حالة الثقب الأسود، فقد شوهد أحيانا أن أحد الأمواج تنجذب الى الثقب الأسود الصوتي بينما تتطلق الأخرى مبعدة، كما يحصل في إشعاع هوكينغ. من ثم ضخ ستاهير كمية إشعاع هوكينغ الناتج من خلال انشاء أفق حدث ثاني يحصر هذه الأمواج المبعدة، مما يجعلها تتردد ذهابا وإيابا بشكل يسمح له بقياس النتائج. ويواصل ستانهاير أبحاثه أملا إمكانية محاكاة الإشعاع دون اللجوء الى عملية التضخيم لجعلها أكثر واقعية. [1, 22]

¹⁰ المصادر [1, 5]

¹¹ المصدر [2, 9]

¹² المصدر [2, 9]

طرق تكون ثقوب سوداء بالغة الصغر:

تأرجحات الكثافة الأولية:

تأرجحات الكثافة الأولية (الأزلية)

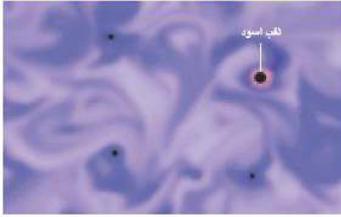


Figure 3

كان الفضاء في مطلع تاريخ الكون الذي نعيش فيه مملوء بالبلازما الكثيفة والحارة. وكانت الكثافة متغيرة من موضع الى آخر وكان من الممكن في الأمكنة ذات الكثافة النسبية العالية بما فيه الكفاية أن تنهار البلازما مكونة ثقبا أسود.¹³

إن اشتراط الكثافات العالية في بداية الكون أمر ضروري لتشكيل الثقوب السوداء الأزلية، ولكنه غير كافي؛ لأنه لكي تتوقف منطقة ما عن التوسع وتنهار مشكلة ثقب أسود أن تكون كثافتها بلغت حداً أكبر من متوسط الكثافة بكثير، أي أن تباين الكثافة أمر ضروري أيضاً.¹⁴

ويعلم الفلكيون أن هذا التأرجح في الكثافة قد وقع فعلاً، في النطق الكبير على الأقل، وإلا لما تكنت بُنى عديدة، كالمجرات وعناقيد المجرات من الالتحام، إلا أنه كان من المهم وجود تباين في الكثافة في النطق الصغيرة نسبياً، وهذا يضع لعلماء الكوزمولوجيا قيوداً مهمة حول نشأة الكون وأطواره نظراً لعدم تحول قسم كبير من المادة الى ثقوب سوداء.¹⁵

تصادمات الأشعة الكونية:

يمكن للأشعة الكونية —وهي جسيمات عالية الطاقة مصدرها كوني— أن تضرب جو الأرض وتشكل ثقوب سوداء بالغة الصغر. وقد تنفجر هذه الثقوب محدثةً هطلاً هائلاً من الأشعة والجسيمات النانوية التي يمكن كشفها على سطح الأرض.¹⁶

مصادم الهادرونات LHC:

يمكن لمسرّع مثل LHC أن يصدم جسيمين طاقتهما عالية جداً تتيح لهما الانهيار وتكوين ثقب أسود. ويمكن للمكاشيف عندها تسجيل تفكك الثقب، إذ سيترك تفكك الثقب آثار مميزة على المكاشيف، فحسب هوكينغ يصدر عدد كبير من الجسيمات في جميع الاتجاهات وبطاقات عالية جداً¹⁷، ويشمل نتاج التفكك جميع أنواع الجسيمات المتواجدة في الطبيعة. وقد أجرت مجموعات عديدة من ذلك الحين أبحاثاً تزداد تفصيلاً للنتائج المميزة التي يمكن أن تنتجها الثقوب السوداء في المكاشيف في مصادم LHC.¹⁸

¹³ المصادر [(3, 3), (3,4)]

¹⁴ المصادر [(3, 3), (3,4)]

¹⁵ المصادر [(3, 3), (3,4)]

¹⁶ المصدر [1, 4]

¹⁷ سيتم التحقق منها في نهاية البحث

¹⁸ المصدر [2, 9]

متن البحث:

من المعتاد عندما يفكر المرء بالثقوب السوداء تخيل مسوخ قادرة على ابتلاع سفن الفضاء بل وابتلاع النجوم والسيطرة على المجرات. أما الثقوب التي تستطيع أعلى السرعات طاقة انتاجها فهي أقارب بعيدة لهذه الأجرام الهائلة؛ لأنها ستكون ميكروية وأبعادها تقارب أبعاد الجسيمات الأولية. وهي لن تتسبب بفناء الأرض أو شيء من هذا القبيل، ذلك لأنها ستبخر فور تشكلها بسبب الإثارة الكمومية، مسقطاً أنواع متنوعة جداً من الجسيمات على مكاشيف الجزيئات. وهكذا فقد تفتح أمامنا باب معرفة الكيفية التي حبك وفقها الزمكان وعمّا إذا كانت له أبعاد أخرى غي مرئية.

لقد نشأ مفهوم الثقب الأسود في صيغته الحديثة عن النظرية النسبية العامة لأينشتاين، التي تتنبأ أنه إذا ضغطت المادة بشكل كافي، فستكون جاذبيتها كبيرة إلى حد يجعلها تحد منطقة من الفضاء لا يستطيع شيء الإفلات منها. أما حدود هذه المنطقة فهي أفق حدث الثقب الأسود؛ يمكن للأشياء أن تسقط فيه لكن ما من شيء يخرج منه. وفي أبسط الحالات، عندما لا يكون للفضاء أبعاد خفية أو عندما تكون هذه الأبعاد أصغر من أبعاد الثقب الأسود، فإن حجم الثقب يتناسب طردياً مع كتلته. فإذا ضغطت الشمس بدرجة كافية حتى تشكل ثقباً اسوداً؛ فإن أفق الحدث (نصف قطر Schwarzschild) سيكون حوالي ثلاثة كيلومترات، وإذا حدث نفس الشيء للأرض فإن نصف قطر Schwarzschild سيكون 9 m^3 .

وهكذا، فكلما صغر حجم الثقب الأسود ارتفعت درجة الضغط اللازم لتشكيله. أما الكثافة التي يجب أن تصل إليها المادة المضغوطة فتتناسب عكساً مع مربع الكتلة. وهكذا فكثافة ثقب بكتلة الشمس¹⁹ هي $10^{16} \text{ Kg.m}^{-3}$ أي أنها أكبر من كثافة نواة الذرة. وهي قريبة من أعلى كثافة يمكن أن يحدث انهييار ثقالي في كوننا الحالي. أما إذا كان الجرم أخف من الشمس فإنه لن ينهار ويبقى مستقراً بفعل قوى التناوب بين جسيماته دون الذرية. هذا وإن كتلة أخف ثقب من الثقوب السوداء التي أمكن رصدها هي نحو ست مرات كتلة الشمس.

إن قوانين الفيزياء المعروفة تسمح بكثافة للمادة تصل نحو ما يسمى قيمة بلانك، وعندها تصبح قوة الجاذبية قوية لحد تحطم فيه التآرجات الكمومية بنية الزمكان. وستكفي هذه الكثافة لتكوين ثقوب سوداء بعرض صغير جداً يسمى طول بلانك، وكتلة هذا الثقب تكون كتلة بلانك، وتعرف المقادير السابقة بأنها سلم بلانك، حيث:

$$m_{planck} = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} \cong 2.17644 \times 10^{-8} \text{ Kg}$$

4 Equation

$$\ell_{planck} = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \cong 1.616252 \times 10^{-35} \text{ m}$$

5 Equation

$$t_{planck} = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} \cong 5.39124 \times 10^{-44} \text{ s}$$

6 Equation

وثقب أسود له المواصفات السابقة هو أخف ثقب أسود حسب التوصيفات المتعارفة للثقالة. إن كتلته أكبر بكثير من جسيم أولي ماء، ولكن حجمه أصغر بكثير من حجم أي جسيم أولي.

إن التحقق من إمكانية كون الثقوب صغيرة دفع العالم هوكينغ إلى النظر في الدور الذي يمكن أن تؤديه المفاعيل الكمومية، وتوصل عام 1974 إلى استنتاجه الشهير وهو أن الثقوب السوداء لا تبتلع الجسيمات فحسب، وإنما تقذفها أيضاً. وتنبأ هوكينغ بإشعاع حراري للثقب

¹⁹ كثافة الكرة التي نصف قطرها هو نصف قطر Schwarzschild، ولكن تقريبا الجزء الأعظم من الكرة هو خلاء تام وتتركز المادة في بقعة ميكروسكوبية في مركز الكرة وتكون كثافة هذه المادة هي أعلى كثافة مسموحة في كوننا الحالي أي حوالي $10^{97} \text{ Kg.m}^{-3}$

الأسود على غرار جمر الفحم، درجة هذا الإشعاع هي حوالي 10^{-6} K من أجل ثقب تساوي كتلته كتلة الشمس، وهي درجة مهملة تماماً في كوننا الحالي، إلا أنها تساوي 10^{12} K في حالة ثقب كتلته 10^{12} Kg وهي حرارة كافية لإصدار جسيمات كالفوتونات وجسيمات أثقل كالإلكترونات والبوزيترونات.

وهذا الإصدار يحمل معه طاقة، مسبباً تناقص في كتلة الثقب، وهكذا... فالثقب الأسود غير مستقر إلى حد بعيد. ومع تساؤله ترتفع حرارته فيصدر جسيمات طاقتها متزايدة ويتضاءل بسرعة أكبر فأكبر²⁰، وعندما ينكمش الثقب إلى كتلة بحدود 10^6 Kg فإنه ينفجر خلال ثانية واحدة بطاقة تعادل 1 تيراطن من المتفجرات.

لقد حققت أبحاث ستيفن هوكينغ تقدماً مفاهيمياً هائلاً؛ لأنه ربط بين ثلاثة مجالات في الفيزياء كانت منفصلة من قبله وهي النسبية العامة والنظرية الكمومية والتيرموديناميك. لقد كانت خطوة إلى الأمام نحو نظرية كمومية للتناقل. فالبحث في الثقوب السوداء البدائية، حتى ولو لم توجد الثقوب السوداء الأزلية في الواقع على الإطلاق، قاد إلى استبصارات فيزيائية مهمة. وهكذا فقد يكون من المفيد دراسة الأشياء حتى لو كان من المحتمل عدم وجودها على الإطلاق

ويتناسب الزمن الكلي الذي يقضيه الثقب حتى يتبخّر مع مكعب كتلته الابتدائية، فمثلاً من أجل ثقب بكتلة الشمس فزمن تبخره يبلغ 10^{64} s أما من أجل ثقب كتلته تساوي 10^{12} Kg فزمن تبخره يبلغ العمر الحالي للكون. هذا يؤدي إن أيا من الثقوب السوداء الأزلية بهذه الكتلة سيكون الآن قد أتم تبخره وانفجر. أما الثقوب الأخرى الأقل كتلة فهي إن وجدت ستكون قد تبخرت في عصر كوني مبكر.

وعلى وجه الخصوص، فقد فتح هذا الاكتشاف الباب على لغز عميق يمس جوهر السؤال عن صعوبة التوفيق بين النسبية العامة والميكانيك الكومومي. فالمعلومات عما يسقط في الثقب الأسود تضيع للأبد، وذلك حسب النظرية النسبية. ولكن ما الذي يحصل لهذه المعلومات المحتواة في الثقب الأسود عندما يتبخّر؟

اقترح هوكينغ أن هذه المعلومات تُدمر كلياً عندما تتبخّر الثقوب السوداء، وذلك في تعارض مع الميكانيك الكومومي. إن دمار المعلومات يتعارض مع قانون حفظ الطاقة ومن ثم فإن هذا السيناريو غير معقول.

كذلك يمكن القول إن الثقوب السوداء تخلف وراءها بقايا. إلا أن هذا القول غير مقبول أيضاً. وسبب ذلك أن على البقايا حتى تكوّن جميع المعلومات التي تكون قد دخلت الثقب الأسود أن تتألف من عدد لامتناه من الأصناف المتنوعة. وحسب قوانين الفيزياء، فإن معدل إنتاج الجسيم ما يتناسب مع عدد أصناف هذا الجسيم. ولهذا تنتج بقايا الثقب الأسود بمعدلات لا متناهية، وهكذا ستصبح الطبيعة غير مستقرة على نحو كارثي.

لقد دفعت الأسئلة التي أثارها الثقوب السوداء الميكروسكوبية إلى البحث التجريبي عنها. أحد هذه الإمكانيات هو أن يتمكن الفلكيون من رصد ثقوب سوداء أزلية كتلتها الأولية 10^{12} Kg وهي تنفجر الآن في كوننا الحالي. تتحول معظم كتلة هذه الثقوب، إن وجدت، إلى أشعة غاما. لكن هوكينغ تحقق من أن مخلفات أشعة غاما تضع حدوداً علياً شديدة على هذا النوع من الثقوب. فهي لن تستطيع أن تشكل قدراً ملموساً من مادة الكون المظلمة، كما أنه سيندر أن تتقارب انفجارات هذه الثقوب بشكل يسمح باكتشافها.

إلا أن د. كلين وزملاؤه بجامعة كاليفورنيا في لوس انجلس ارتأوا في منتصف التسعينات أن تدفقات أقصر أشعة غاما ربما تكون ثقوب سوداء تنفجر. ومع أن الاعتقاد السائد أن الإشعاعات الأطول مرتبطة بانفجار أو اندماج نجوم فمن الممكن أن يكون للأحداث القصيرة نسي آخر. وقد تتمكن الأرصاد من حل هذه المسألة في المستقبل. ولكن يبقى الأمل على تطور أجهزة الرصد الفلكية من رصد المراحل الأخيرة للتفكك.

وهناك قدرة كبير على إنتاج كثافات عالية في مصادم الهادرونات الكبير LHC أو في التيفاترون في مختبر فيرمي قرب شيكاغو، الولايات المتحدة. حيث أنّ هذه الآلات الجزيئات دون الذرية، كالبروتونات إلى سرعات تقترب من سرعة الضوء. وتكتسب الجسيمات عندها طاقة حركية هائلة. ستبلغ طاقة البروتون في مصادم LHC نحو 7 Tev وهي طاقة مكافئة لـ 10^{-23} Kg أي كتلة السكونية لـ 7000 بروتون وعندها يتصادم جسيمين من هذا القبيل عن قرب، تنحصر طاقتهم في حيز ضيق في الفضاء بحيث يمكن للمرء أن يتوقع أن تشكل الجسيمات المتصادمة ثقوباً سوداء.

إلا أن مشكلة هذا الطرح بشكله الحالي هي التالية: إن الكتلة 10^{-23} Kg بعيدة جداً عن القيمة التي تعطيها نظرية الثقالة المتعارفة إلى أصغر ثقب ممكن والتي تساوي 10^{-8} kg وتعرف باسم قيمة بلانك. إن منشأ هذا الحد الأدنى هو

²⁰ (حسب علاقة $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$)

مبدأ عدم التعيين في الميكانيك الكمومي، فهي تنتشر عبر مسافات تتناقص بتزايد الطاقة. وهي مسافات بحدود 10^{-19} متر في طاقات المصادم LHC وهكذا فإنها أصغر حيز في الفضاء يمكن أن تتجمع فيه طاقة جسيم. إنه حيز يسمح بكثافة تبلغ 10^{34} Kg.m^3 وهي كثافة كبيرة ولكنها غير كافية لتكوين ثقب أسود. ولكي يكون جسيم يحمل طاقة أكبر ومتراصا الى حد كاف ليشكل ثقب أسود يجب أن يكون لديه طاقة بلانك وهي طاقة أكبر بـ 10^{15} مرة من طاقة المصادم LHC .

ولكن...

ظهرت أبحاث جديدة تقول إنه من الممكن أن يكون التقدير المعتاد لكثافة بلانك اعلى بكثير من المطلوب. إذ تتنبأ نظرية الأوتار-وهي النظرية الرائدة في إيجاد نظرية كمومية للثقالة-بوجود أبعاد أخرى للفضاء غير الأبعاد الثلاثة. فمثلا عندما تنقص الكثافة بين شيئين الى النصف، تتضاعف قوة الثقالة أربع مرات؛ أما في تسعة أبعاد فستصبح قوة الثقالة أشد بـ 256 مرة. ويمكن ان يكون هذا المفعول مهما جدا إذا كان عدد أبعاد الفضاء الإضافية كبيرا بما فيه الكفاية.²¹

إن ما يعنيه هذا التنامي في شدة الثقالة أنه يمكن لسلم الطاقة الحقيقية الذي تصطم فيه قوانين الثقالة والميكانيك الكمومي ان تكون له قيمة أصغر بكثير من القيمة المعهودة. ومع انه لا يوجد حتى الآن دليل تجريبي يعزز هذه الإمكانية فإن الفكرة تسلط الضوء على عدد من الألغاز النظرية، وإذا ما تحققت فستكون الكثافة المطلوبة لتكوين ثقب سوداء في مدى المصادم LHC .²²

كلما كان الجسم ضعيفاً، اقتضى ضغطه بشكل أكبر حتى تصعب كثافته كبيرة الى حد يجعل منه ثقبا أسودا، إن الطبيعة الموجية للمادة تقاوم الانضغاط ولا يمكن أن تضغط الجسيمات الى حيز أصغر من طول موجتها المميز، وهذا يعني أنه يستحيل وجود ثقب أخف من وزن 10^{-8} . أما إذا كان للفضاء أبعاد إضافية، فستكون الثقالة أقوى في المسافات الصغيرة ولن نحتاج إلى ضغط الأشياء إلى حد كبير، وهذا ما يبعث الأمل بنجاح قريب لمحاولات صنع ثقب سوداء.²³

²¹ المصدر [1, 1]

²² المصدر [1, 4]

²³ المصدر [1, 9]

المنافع من إنتاج ثقوب سوداء

- ❖ في واقع الأمر... إذا حدث وتم إنشاء ثقوب سوداء سيؤكد لنا أن طول بلانك هو أصغر طول في الطبيعة ولن يؤدي بعدها زيادة طاقات التصادمات الى الوصول الى جزيئات أصغر فأصغر... بل سيشكل المزيد من الثقوب السوداء... وهذا سيغلق الباب أمام البشرية في الوصول الى أطوال أصغر فأصغر ولكن ذلك سيثبت أن الابعاد الإضافية موجودة في الفضاء وسيفتح بابا أوسع لاستكشاف جغرافيا هذه الأبعاد.
- ❖ سيضع خارطة كاملة لكل أنواع الجسيمات الموجودة في الطبيعة وكتلها وطاقاتها... مما سيضعنا بصورة أكبر حول نشأة الكون وحول مصيره وحول ماهية المادة القاتمة والطاقة القاتمة.
- ❖ سيؤكد لنا الشكوك الدائرة حتى اليوم حول مصير المعلومات الواقعة في الثقب الأسود فحتى يومنا هذا تتخبط التقارير المتعاقبة حول مصيرها؛ فبعضها يقول إنها تكوّن في اشعاعات الثقب، وبعضها يقول إنها تظهر في نقاط أخرى في الكون تسمى الثقوب البيضاء، وبعضها يقول إنها تختفي الى الأبد.
- ❖ من الممكن أن يؤكد لنا إمكانية وجود أكوان موازية لكوننا، ذلك أنه قد يتمكن الفيزيائيون تغيير حجوم الثقوب السوداء بتغيير طاقات مسرعات الجسيمات، فإذا ما تقاطع ثقب أسود مع كون مواز؛ فإنه سيكون هناك فرق في الطاقة يُفسر أنه تم امتصاصه من قبل الكون الموازي.

نتيجة البحث

- ❖ ان انتاج ثقب سوداء ليس مستحيلا في الأمد القريب ولكن يحتاج الى تمويل هائل ونجاح التجارب يعتمد على وجود أبعاد إضافية للكون أي أنه يعتمد بشكل أو بآخر على العمل القائم حاليا على إتمام نظرية الأوتار الفائقة²⁴ التي تقول إن للكون أحد عشر بعدا.
- ❖ بما يخص الجدل الحاصل حول المعلومات الممتصة من قبل الثقب الأسود؛ أنا برأيي أنّ المعلومات هي عبارة عن انتظام وعن ترتيب معين للمادة بتغييره تتغير المعلومة ، ووجود المعلومة ليس مرتبط بالمادة وحسب، بل مرتبط بتنظيم المادة، ووقوع المادة المنظمة في الثقب الأسود لن يحافظ على ترتيبها إنما سيبعثر الأشياء بصورة لا يمكن تخيلها...إن وجود المعلومات مرتبط بفهم العقل لبشري لها وليس بماهيتها أو بتكوينها أو بعمقها... فكلمة المعلومات هي عبارة عن حد منطقي لا يصنع حكما أو قضية منطقية ويحتاج لإتمام بشري عن طريق عمليات منطقية متتابعة يصنعها العقل البشري بصورة دورية وهذا يرجعنا الى أحد أهم الأسئلة الفلسفية؛ ما هو الفكر؟ وما هي المادة؟ وهذا بدوره يرجعنا الى الدور الذي خلقت الفيزياء لأجله؛ تحويل الميتافيزيقيا الى علم تجريبي واقعي بحت.
- ❖ بعض الأبحاث تحذر من مخاطر إنشاء ثقب أسود في مسرعات الجزيئات، وتقول إنه لا أمان من أن يكبر الثقب الأسود تدريجيا ويأتي على دمار كوكبنا بأكمله؛ ولكن حسب إشعاع هوكينغ، فالثقب سيتبخر خلال زمن قصير جدا جدا ولكن نظرية اشعاع هوكينغ ضعيفة جدا... ففي الوقت الذي نرى برهانها أمام أعيننا، حيث أن الكون يملك مسرعات جسيمات أقوى بكثير من LHC مثل الـ Supernova ونواة الشمس ونواة الكرة الأرضية وسطح الغلاف الجوي المتعرض للأشعة الكونية...لم تنتج أي من هذه الأمثلة ثقوبا سوداء يمكن ملاحظتها بواسطة مرصد الفضاء وبالخصوص مرصد أشعة X، وهذا يقودنا الى احتمال عدم وجود ثقب سوداء، وهذا احتمال بعيد لأنه تم رصد ثقب سوداء حاليا في أنظمة (نجم-ثقب أسود) مزدوجة، أو أنها تشع إشعاع هوكينغ مسببا تبخرها بزمن قصير جدا، ولكن بعض الأبحاث تقول أن الثقب السوداء الميكروية تحتاج الى مليارات السنوات لابتلاع 10^{-3} Kg من المادة، أي أن عدم رؤيتنا لها تكبر لا يعني أنها تتبخر بسرعة وإنما يعني أنها تحتاج وقتا طويلا جدا لكي تبتلع مادة وهذا يوقعنا في جدل حول وجود إشعاع هوكينغ أساسا، فالعالم هوكينغ افترض امتصاص الثقب للجسيم (المضاد لمادة الثقب) مسببا تناقص المادة في الثقب، ولكن ماذا يحدث لو امتص الثقب الجسيم الموافق لمادته؟ سيكبر الثقب بالتأكيد وستزداد كتلته، حيث أن الانتقادات تزداد يوما بعد يوم لإشعاع هوكينغ، ولكن في النهاية جميع هذه الافتراضات تؤدي بنا الى حالة أن انتاج ثقب أسود على سطح الكرة الأرضية آمن تماما.

²⁴ النظرية الرائدة في التناقص من أجل إيجاد نظرية كمومية للجاذبية

Bibliography

1-Internet Articles:

1. [Mini Black Holes Easier To Make Than Thought Large Hadron Collider, Charles Choi, March 12, 2013](#)
2. [Scientists close In on Creating Black Hole in Lab by Ron Cowen and Nature magazine October 15, 2014.](#)
3. [The Search for Seeds of Black Holes Whitney Clavin March 26, 2014](#)
4. [Black Hole: Star Eater National Geographic Magazine Michael Finkel March 2014](#)
5. [Black Holes National Geographic Web Site](#)
6. [Black Hole Fireworks in Nearby Galaxy - NASA Spitzer Space Telescope Jul 2, 2014](#)
7. [Will we ever... create a black hole in the laboratory? Mathew Francis Jul 16, 2013](#)
8. [Black Holes NASA Science](#)
9. [Black Holes FAQ \(Frequently Asked Questions\) List by Ted Bunn September 1995](#)
10. [McKee, M. \(30 May 2006\). "Satellite could open door on extra dimension". New Scientist.](#)
11. ["The case for mini black holes". CERN courier. November 2004](#)
12. [Cain, Fraser \(20 June 2007\). "Are Microscopic Black Holes Buzzing Inside the Earth?" Universe Today.](#)
13. [Marco Cavaglia, " Particle accelerators as black hole factories? " in: Einstein Online Vol. 04 \(2010\), 1010](#)
14. [RT News 26-5-2014 المرئية أكثر من المرئية الخفية تتكامل أكثر من المرئية الخفية تتكامل أكثر من المرئية الخفية Linta Raw](#)
15. <http://spacemath.gsfc.nasa.gov>
16. [Death Spiral Around a Black Hole – Hubble Discovery](#)
17. [Chandra Observatory Detects Event Horizon](#)
18. [Ask the Astronomer: 87 FAQs About Black Holes](#)
19. [Imagine the Universe: Black Hole FAQs](#)
20. [New Evidence for Black Holes from NASA](#)
21. [A Trip Into a Black Hole](#)
22. [طريقة جديدة لمحاكاة إشعاع هوكينغ في المخبر](#)

2-Books & Academic Papers:

1. **Sumit R. Das**, Hawking Radiation in String Theory, Tata Institute of Fundamental Research, Homi Bhabha Road, Bombay, India (1999)
2. **Patrick Meade and Lisa Randall**, Black Holes and Quantum Gravity at the LHC, Jefferson Physical Laboratory, Harvard University, USA
3. **Xavier Calmet, Wei Gong, Stephen D.Hsu**, Colorful Quantum Black Holes at the LHC, Catholic University of Louvain, Center of Particle Physics and Phenomenology, Institute of Theoretical Science, University of Oregon, Eugene, June, 2008
4. **Savas Dimopoulos and Greg Landsberg**, Black Holes at the LHC, Physical Department, Stanford University, Stanford, USA & Department of physics, Brown University, Providence, USA
5. **M. Kowalski, A. Ringwald**, Black Holes at Neutrino Telescopes, Deutsches Elektronen-Synchrotron, Zeuthen, Germany
6. **Andrew Chamblin and Gouranga C. Nayak**, Black Hole Production at LHC: String Balls and Black Holes from P-P and Lead-Lead Collisions, Los Alamos National Laboratory, USA, Department of Physics, Queen Mary University of London, Mile End Road, London, UK (Feb-1-2008)
7. **Andrew Z. Jones, Daniel Robbins**, String Theory For Dummies, Wiley Publishing, USA, ISBN: 978-0-470-46724-4
8. **Alison Harmon**, Hawking Radiation, PP slide show
9. **Steven W. Hawking**, Particle Creation by Black Holes, Department of Applied Mathematics and Theoretical Physics, University of Cambridge, Cambridge, England, (April 12, 1975)

10. **Gary Horowitz**, Black Holes, Entropy, and Information, UCSB, PP slide show
11. **Gerard 't Hooft**, Introduction to The Theory of Black Holes, Institute for Theoretical Physics Urecht University, Netherlands,(June, 9, 2009) WEP: <http://www.phys.uu.nl/~thooft/>
12. **Sten F. Odenwald** e-mail: Sten.F.Odenwald@nasa.gov, Black Holes Math, National Aeronautics and Space Administration (NASA),Goddard Spaceflight Center, Greenbelt, Maryland 20771, United States of America (USA), WEP: <http://spacemath.gsfc.nasa.gov> , <http://www.nasa.gov>
13. **Marco Los** e-mail: Marcolos@live.nl, Hawking Radiation as Quantum Tunneling, Supervision: Prof. Dr. E.P. Verlinde, Dr. J.P. van der Schaar, Institute for Theoretical Physics, University of Amsterdam WEP: <http://iop.uva.nl/itfa>, (May 6, 2014)
14. **Ted Jacobson**, Introductory Lectures on Black Hole Thermodynamics, Institute for Theoretical Physics. University of Utrecht
15. **Wolfram Schmidt** e-mail: wolfram@mpa-garching.mpg.de, Hawking Radiation and Black Hole Evaporation, Technische Universität Munchen,(July 2003)
16. **Albert Einstein**, Relativity The Special and General Theory(1920), Penguin Classics(Hudson Street, New York, New York 10014, United States of America), Translation to English: Robert W. Lawson, University of Sheffield, Introduced by Nigel Calder(2006), ISBN: 1-4362-9508-4

3-المراجع العربية:

- 1- **رؤوف الوصفي**، الكون والتقويب السوداء، عالم المعرفة العدد 17، بإشراف أحمد مشاري العدوانى، مراجعة: زهير الكرمي، الكويت، (مايو 1979)
- 2- **Steven W. Hawking, Leonard Moldenove**، تاريخ أكثر إيجازا للزمن، دار العين للنشر، كلمة، ISBN:2-00-6230-977-978
- 3- **جلال الحاج عبد**، الأوتار الفائقة، انترنت: <http://www.Jalalalhajabed.com> البريد الالكتروني: jalal.alhajabed@hotmail.com & jalal.alhajabed@yahoo.com
- 4- **أياد أبو عوض (رئيس تحرير)** eyad_abuawad@sci-prospects.com، التقويب السوداء(مقالة)، مجلة آفاق العلم العدد 15، انترنت: <http://www.sci-prospects.com>

جدول المحتويات

5	INTRODUCTION
7	A SHORT LIST OF KNOWN BLACK HOLES:
7	STELLAR MASS BLACK HOLES
7	GALACTIC MASS BLACK HOLES
8	مفاهيم حول الثقب الأسود:
8	أفق الحدث:
8	ظاهرة المد:
8	موجات الجاذبية:
9	نافورات الطاقة:
9	إشعاع هوكينغ (HAWKING RADIATION)
10	طرق تكون ثقوب سوداء بالغة الصغر:
10	تأرجحات الكثافة الأولية:
10	تصادمات الأشعة الكونية:
10	مصادم الهادرونات LHC:
11	متن البحث:
13	ولكن...
14	المنافع من إنتاج ثقوب سوداء
15	نتيجة البحث
16	BIBLIOGRAPHY
16	INTERNET ARTICLES:
16	BOOKS & ACADEMIC PAPERS:
17	المراجع العربية:
18	جدول المحتويات
19	فهرس المعادلات
19	فهرس الجداول
19	فهرس الصور

فهرس المعادلات

6	المعادلة 1
8	المعادلة 2
8	المعادلة 3
11	المعادلة 4
11	المعادلة 5
11	المعادلة 6

فهرس الجداول

7	الجدول 1
7	الجدول 2

فهرس الصور

8	الصورة 1
9	الصورة 2
10	الصورة 3