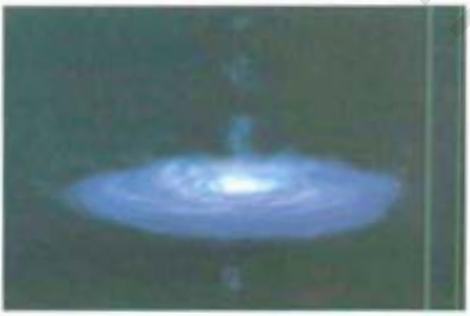
عن الثقوب السوداء، ما هي؟ وكيف نشأت؟...

الثقوب السوداء مناطق في الكون ذات كتلة عالية الكثافة وذات قوى جذب شديدة جداً.

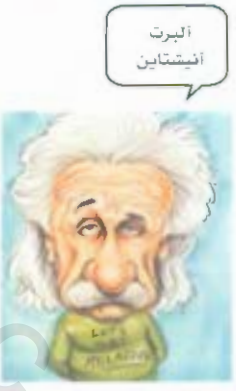
ربما تسبب التسمية بعض التشويش. فالثقوب السوداء ليست ثقوباً فعلية بالمعنى الذي نظنه. ولكنها التسمية الأقرب لوصف وظيفة هذه المناطق في الكون. فلو راقبنا حركة جري الماء اللولبية وتسارعه عند فتحة تصريف الماء، لأدركنا سبب هذه التسمية. **إذ كذلك تفعل الثقوب السوداء بالأجسام القريبة منها في الفضاء**، فهي مصارف كونية نهمة.

لا يمكن رؤية هذه الثقوب بسبب قوة جذبها الهائلة، ولكن يمكن التعرف إلى وجودها وخصائصها من مراقبة الأجسام القريبة منها وهي تتحرك باضطراب شديد حولها قبل أن تسقط وتختفي فيها، إضافةً إلى مراقبة الضوء الصادر عن هذه الأجسام قبل أن يبتلعها ثقب أسود.



obeikandl.com

قبل الدخول في تفاصيل الثقب الأسود، لنسترجع معاً بعض الحقائق الفيزيائية عن الجاذبية، لو ألقى أحدنا حجراً نحو الأعلى، فسيلاحظ أن هذا الحجر سيرتفع قليلاً ثم يعود إليه، وسبب عودته بالطبع هو جاذبية الأرض، لنفترض أننا قذفنا هذا الحجر بقوة كافية ليفلت من قوة جذب الأرض له ثم ارتفع مغادراً لها إلى الفضاء، نسمي السرعة التي احتاجها الحجر للإفلات من تأثير جاذبية الأرض سرعة الإفلات escape velocity، وتعتمد هذه السرعة على كتلة الأرض، وبقدر ما تزداد كتلة كوكب تزداد قوة جذبه وتزداد بالتالي السرعة المطلوبة للإفلات منه، وتتعلق سرعة الإفلات أيضاً ببعد رامي الحجر عن مركز الأرض الذي يمكن اعتباره مركز الجذب، فبقدر ما يكون الرامي قريباً من المركز، بقدر ما يكون الجذب أكبر وبالتالي يحتاج الرامي إلى سرعة إفلات أكبر لينفذ الحجر إلى الفضاء، وجدير بالذكر هنا أن سرعة إفلات الأرض 11.2 كم/ثانية، ويمكن حساب سرعة إفلات القمر التقريبية أيضاً بمعرفة أن جاذبيته أخف بحوالي ست مرات من جاذبية الأرض، وبالتالي سرعة إفلاته أصغر بست مرات، ولما كانت أقصى سرعة يمكن الوصول إليها هي سرعة الضوء 300.000 كم/ثانية، وبمعرفة أن الضوء نفسه لا ينجو من جذب الثقب الأسود، لأدركنا قوة جذبه الهائلة وشدة كثافة كتلته، وعرفنا أنه لا ينجو و يفلت أي شيء من جذبه، حتى شعاع الضوء نفسه.



تعود فكرة التركيز العالي للكتلة إلى عالم الرياضيات لابلاس Laplace في القرن الثامن عشر، وفي عام 1916 اكتشف عالم الفلك الألماني كارل شفارتزشيلد Karl Schwarzschild حلاً رياضياً للمعادلات التي تصف وجود

المستعر الأعظمي

هذا الجسم وذلك بعد صدور النظرية النسبية العامة لألبرت أينشتاين Albert Einstein general relativity. وتم التأكد فعلياً من وجود الثقوب السوداء في العام 1994 حين استطاع علماء الفلك الحصول على شواهد مقنعة باستخدام مرقب الفضاء هابل tele-scope Hubble.

نجم نيوتروني

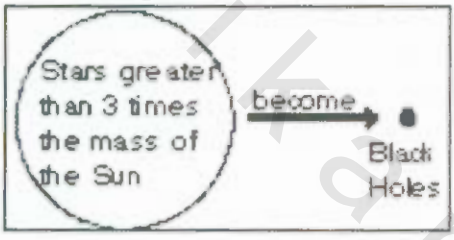
وكان جون ويلر John Wheeler أول من أطلق على هذه الكتل شديدة الكثافة والجاذبية اسم الثقب الأسود، وقبله كانت تسمى النجوم المتجمدة.

كيف يتكون الثقب الأسود؟

عندما يقترب نجم ذو كتلة كبيرة (أضعاف كتلة الشمس) من نهاية حياته، وتنفد طاقته، ويصبح على شفا الانفجار يسمى مستعراً أعظمياً supernova، ما يلبث هذا المستعر أن ينفجر متحولاً إلى واحد من ثلاثة:

فإذا كانت الكتلة المتبقية من الانفجار أقل من 1.4 كتلة شمسية solar mass (تعتبر كتلة الشمس واحدة كونية لقياس كتل الأجسام الكونية وهي تعادل 332.830 مرة كتلة الأرض) صار قزماً أبيضَ white dwarf، وهو نجم ميت حار ضعيف الإضاءة.

وإذا كانت الكتلة المتبقية تساوي تقريباً 1.4 كتلة شمسية، آل النجم الميت إلى نجم نيوتروني neutron star، وهي كرة من النيوترونات مغلفة بطبقة من الالكترونات نشأت من اتحاد الالكترونات والبروتونات عقب الانفجار مباشرةً.



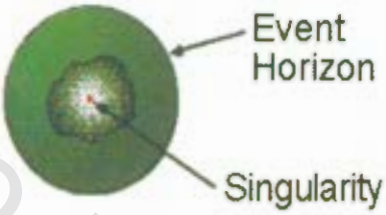
أما إذا زادت الكتلة المتبقية من الانفجار عن 2 إلى3 كتلة شمسية، كان مصير هذه الكتلة ثقباً أسودَ (وبالتالي يجب أن تكون كتلة النجم المنتهية حياته أكبر من 30 كتلة شمسية ليتحول بعد انفجاره إلى ثقب أسود).

كم تبلغ كتلة الثقب الأسود؟ و ما هو حجمه؟

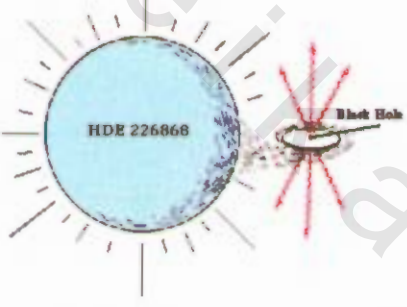
هناك نوعان من الثقوب السوداء، الأول هو الثقوب التي تتراوح كتلتها من 3 إلى 15 كتلة شمسية، والثاني هو الثقوب ذات الكتل هائلة الضخامة والتي تتراوح كتلتها من 10 إلى 100000000000 كتلة شمسية (قراءتك صحيحة، مائة مليار مرة حجم الشمس) ويعتقد العلماء بأن مثل هذه الثقوب تتواجد في مراكز بعض المجرات.

وبقدر ما تكون كتلة الثقب الأسود كبيرة يزداد الحيز الذي يشغله في الفضاء، إذ يتناسب نصف قطر الثقب الأسود مع كتلته، فنصف قطر ثقب

obeikandl.com



أسود كتلته مساوية لكتلة الشمس هو 3 كم (لك أن تتصور شدة كثافته إذا علمنا أن هذه الكتلة متركزة في مركزه) ويسمى نصف قطر الثقب الأسود أفق الحدث event horizon وهو السطح الكروي الذي يحدد حافة الثقب الأسود وحدوده، وعنده تنهار الأجسام الكونية عند اقترابها من الثقب، ولا تفلت من جذبه وتهوي باتجاه مركزه، وحتى تستطيع الإفلات من جذبه خارجةً منه. يتعين عليها السفر بأسرع من الضوء، وهذا غير ممكن أبداً، كما تقدم معنا، وعند الدخول إليه يستغرق الوصول إلى نواته المسماة «المفردية» singularity حوالي 7 ثوان فقط لثقب أسود كتلته مليون كتلة شمسية.

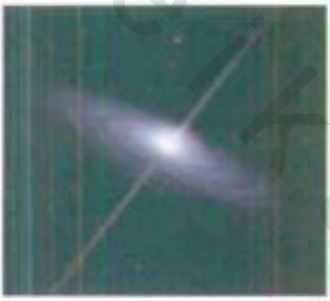


هل يتغير حجم الثقب الأسود؟

يأخذ الثقب الأسود عند تشكله كتلةً وحجماً (حجم أفق الحدث أو نقطة اللاعودة) معينين، وتتغير هاتين الخاصيتين مع مرور الزمن، فعند اقتراب أجسام كونية إلى حافة الثقب الأسود، يبتلعها، و تزداد كتلته مع ازدياد كمية الأجسام التي يبتلعها و بالتالي تكبر مسافة أفق حدثه، ويمكن القول هنا: إنه توسع و كبر، أما إذا فقد جزءاً من طاقته، فتنقص حينها كتلته (حسب نسبية أينشتاين الكتلة تكافئ الطاقة وفقاً للمعادلة energy= mass X C*2) وبالتالي يتقلص أفق حدثه، أي أنه يضمحل و ينقص.

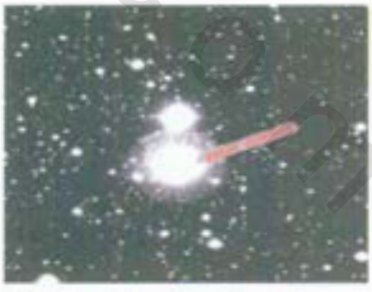
obeikandl.com

ولنتذكر، ما إن نجتاز حدود (أو أفق) ثقب أسود داخلين فلا أمل مطلقاً بالتراجع والعودة خلفاً، بشكل مبسط، يعمل الثقب الأسود في نطاق أفقه كمكنسة كهربائية vacuum cleaner عملاقة قوية الشفط.



قلنا فيما مر أن الثقب الأسود ينشأ من فناء نجم كبير و موته، **فهل من خوف على شمسنا من أن تتحول إلى ثقب أسود يبتلع الأرض؟**

الحقيقة أنه لا يوجد أي خوف على الإطلاق لأنه، **أولاً**: ستبقى الشمس تجري في مستقرها قادرة على العطاء كما هي عليه الآن لخمسةِ مليارات (ألف مليون) سنة أخرى قبل أن تتحول إلى طور آخر يسمى النجم الأحمر العملاق و بعدها تتضخم وتتضخم ومن ثم تصبح نجماً قزماً أبيضَ، **وثانياً**: فقط النجوم العملاقة التي تزيد كتلتها عن كتلة الشمس بشكل كبير يمكن أن تنتهي حيواتها بعد موتها إلى ثقب أسود، ولكن، لو فرضنا جدلاً بأن الشمس، لسبب أو لآخر، انقلبت إلى ثقب أسود، فلنطمئن (جزئياً) إلى أننا سنبقى في مدارنا ندور لأنها لن تتمكن من جذب الأرض إليها أبداً، وذلك لأن أفقها (وبالتالي حدود تأثير جاذبيتها العنيفة) عندها لن يتجاوز الثلاثة كيلومترات، بمعنى أن تأثيرها الجاذب سيبقى كما هو عليه الآن على كافة الأجسام خارج هذه الثلاثة كيلومترات، ولكن سيختفي



مجرة درب التبان

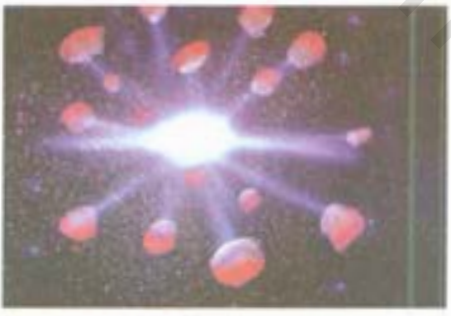
ضياؤها وحرارتها طبعاً، ولذلك حذرت من الاطمئنان كلية.

ورب سائل يسأل، ما دام الثقب الأسود يجذب إليه كل شيء في نطاق حدوده وأفقه، حتى الضوء لا يفلت منه، **فكيف استطاع العلماء رؤيته؟**

يعتمد العلماء في الكشف عن الثقوب السوداء على مؤشرات معينة، فإذا اكتشفوا منطقة في الكون حالك سوادها لا يصدر عنها ضوء، ذات كتلة كبيرة في نطاق صغير، شديدة الكثافة، علموا أن هذا مؤشر كبير على وجود ثقب أسود هنا.

حسناً، كيف يعلمون كتلتها؟

يتم حساب كتل الأجسام الكونية بمراقبة سرعة دورانها في أفلاك حول مراكز المجرات، فبقدر ما تكون سرعة دورانها المدارية يقابلها قوة جذب مكافئة لكتلها، وهذا ما فعله العلماء في عام 1994عندما قاسوا، بمرقب هابل، سرعة الغازات الدائرة حول مركز مجرة M87 ووجدوا أنها تكافئ كتلة قدرها ثلاثة مليارات كتلة شمسية، وفي العام الذي يليه، 1995، تم اكتشاف ثقبين آخرين في المجرات NGC 4258 وNGC 4261



أما في مجرتنا «درب التبان» milky way، التي تنتمي إليها مجموعتنا الشمسية، فلم يكتشف العلماء وجود أي ثقب أسود.

obeikandl.com

كيف تنتهي حياة الثقب الأسود؟

يعتقد العلماء بأن الثقب الأسود ينتهي بانفجار عنيف، تعادل قوته تفجير ملايين القنابل النووية. و كل ما كان الثقب الأسود قد ابتلعه قبل انفجاره، سيلفظه عقب الانفجار ليصبح جزيئاً سابحاً في الفضاء.

محطات تقديرية في تاريخ الكون:

- قبل 13 إلى 20 مليار سنة: بدأ تشكل الكون (المليار ألف مليون).
- قبل 10 مليارات سنة: تشكَّلَ أقدم نجم في مجرتنا.
- قبل 5 مليارات سنة: تكونت شمسنا.
- قبل 5.4 مليار سنة: تكونت أرضنا.
- قبل 5.3 مليار سنة: تكون الغلاف الجوي الغازي (بدون الأكسجين).
- قبل 3 مليارات سنة: تكونت أقدم الحفريات من طحالب وبكتريا.

- قبل 3 مليارات سنة: تشكلت المحيطات بحجمها الحالي.
- قبل 2 مليار سنة: بدء إنتاج الأكسجين من النبات.
- قبل 1 مليار سنة: استقر الغلاف الجوي كما هو عليه الآن.
- قبل 500 مليون سنة: بدء ظهور الأسماك.

obeikandl.com

- قبل 350 مليون سنة: بدء ظهور البرمائيات.
- قبل 300 مليون سنة: بدء ظهور الزواحف وتكون الغابات.
- قبل 200 مليون سنة: بدء ظهور الديناصور.
- قبل 150 مليون سنة: بدء ظهور الطيور و الثدييات.
- قبل 80 مليون سنة: تكون الجبال.
- قبل 3 مليون سنة: انتهاء آخر عصر جليدي مرت به الأرض.
- قبل 11 إلى 35 ألف سنة: ظهور الإنسان.

obeikandl.com