

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد بوضياف - المسيلة



ميدان: علوم المادة
فرع: الفيزياء.
تخصص: الفيزياء النظرية

كلية: العلوم.
قسم: الفيزياء.
رقم: Ph/Th10/2023

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر أكاديمي

إعداد الطالب(ة): نويوة نبيلة

تحت عنوان

رصد الأشعة السينية من الثقوب السوداء فائقة الكتلة

تمت المناقشة يوم 14 / 06 / 2023 أمام اللجنة المكونة من:

رئيسا
مشرفة و مقررة
مناقشا

جامعة المسيلة
جامعة المسيلة
جامعة المسيلة

مطاطلة عبود
قالي سهام
امجدل صهيب

السنة الجامعية: 2023/2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الشكر و التقدير

بسم الله الرحمن الرحيم، والحمد لله رب العالمين، والصلاة والسلام على خاتم النبيين والمرسلين سيدنا محمد
وعلى آله وصحبه أجمعين، أما بعد .. احمد الله واشكره شكرا كثيرا على إعانتة لي لإنجاز هذا العمل.
كذلك أودُّ أن أظهرَ امتناني لأستاذتي المشرفة د. قالي سهام على توجيهها لي فقد استفدت كثيرا منها.
والشكر موصول الى جميع اساتذة قسم الفيزياء النظرية والاستاذة د. محادي عائشة.
كما اشكر كل زميلاتي وزملائي.

الاهراء

أهدي بحثي هذا إلى والداي وإلى أخي وكل الأشخاص الذين أقدرهم.

لكن اظن ان هذا البحث هو اكبر هدية لي على كل جهودي المبذولة من بداية دراستي الى نهايتها فانا حقا ممتنة
لنفسي على هذا.

الفهرس

الشكر والتقدير

اهداء

8..... مقدمة عامة

الفصل الأول: مدخل إلى أنوية المجرات النشطة

10..... 1- المقدمة

10..... 2- المجرات العادية

11..... 3- المجرات النشطة

11..... 3-1 أنوية المجرات النشطة

13..... 4- الثقوب السوداء فائقة الكتلة

14..... 4-1 مكونات الثقوب السوداء فائقة الكتلة

14..... 4-1-1 المتفردة

14..... 4-1-2 أفق الحدث

14..... 4-1-3 قرص التراكم

14..... 4-1-4 الهالة

15..... 5-1-5 النفاثات

16..... 5- مجرات سايفرت

17..... 6- طيف الأشعة السينية

الفصل الثاني: رصد و تحليل البيانات الفلكية

21.....	1- المقدمة
21.....	2- انواع المراصد
21.....	3- مرصد الأشعة السينية
22.....	XMM Newton 1-3
23.....	XMM Newton Archive 1-1-3
25.....	ESA SKY 2-1-3
26.....	NuStar 1-4
28.....	4- أدوات تحليل البيانات الفلكية
28.....	Xspec 1-4
33.....	fv 2-4
34.....	SciServer -5

الفصل الثالث: تحليل بيانات الأشعة السينية لنواة مجرة نشطة

37.....	1- المقدمة
37.....	NGC 7314 -2

38.....	3- معالجة البيانات
39.....	4- تحليل البيانات
42.....	5- ملاءمة البيانات
49.....	6- مناقشة النتائج
52.....	الخاتمة

مقدمة عامة

مقدمة عامة

تتميز الثقوب السوداء بكونها من أكثر الظواهر الفلكية الغامضة والمثيرة للاهتمام. تتشكل الثقوب السوداء النجمية نتيجة لانهايار نجوم ضخمة جداً تقدر كتلتها بحوالي عشر كتل شمسية، حتى تصبح كتلة مضغوطة ذات جاذبية هائلة، لدرجة أنها تبتلع كل شيء يقترب منها بما في ذلك الضوء. كما أن هناك كذلك الثقوب السوداء فائقة الكتلة الموجودة في مركز أغلب المجرات والتي مازال منشؤها غير معروف. تتميز أقراص التراكم حول الثقوب السوداء بإصدار طيف واسع من الأشعة الكهرومغناطيسية.

تعد دراسة الأشعة السينية الصادرة عن قرص التراكم حول الثقب الأسود فائق الكتلة ذات فائدة كبيرة، حيث تسمح بالتعرف على الخواص الفيزيائية لقرص التراكم ولالثقب الأسود فائق الكتلة.

سنتطرق في الفصل الأول من هذه المذكرة إلى المجرات العادية و المجرات النشطة ونخص بالذكر مجرات سيفرت. كما سنتطرق، إلى الثقوب السوداء فائقة الكتلة ومكوناتها وإلى طيف الأشعة السينية. ثم في الفصل الثاني سنتحدث عن برنامج Xspec الخاص بتحليل بيانات الاطياف، ونماذج الملازمة وكذلك مرصدي الأشعة السينية XMM Newton و NuStar.

الفصل الثالث يركز حول دراسة مجرة NGC 7314 وتحليل بيانات مرصدي XMM Newton و NuStar بإستعمال برنامج الملازمة Xspec. وهذا بهدف استنتاج بعض الخواص الفيزيائية لقرص التراكم والهالة.

الفصل الأول

مدخل إلى أنوية

المجرات النشطة

1- المقدمة

المجرات هي تجمعات ضخمة من النجوم والغاز والغبار التي تشكل العناصر الأساسية للكون المرئي، تتكون من عدة مليارات من النجوم التي تدور حول مركز المجرة، وهي تصنف عادة حسب شكلها وحجمها وتركيبها. ومن المعروف أن هناك نوعين رئيسيين من المجرات، المجرات العادية و المجرات النشطة. تختلف المجرات العادية عن المجرات النشطة بأن لمعان الأولى صادر عن النجوم بينما لمعان المجرات النشطة صادر عن تراكم المادة حول الثقب الأسود العملاق وإصدارها إشعاعات كهرومغناطيسية في مجال كبير.

2- المجرات العادية

المجرات العادية هي المجرات الأكثر انتشارا في الكون حيث تمثل 60% من المجرات المعروفة، وهي أنواع نذكر منها: المجرات الإهليلجية، التي تتميز بشكل بيضاوي وتفتقر الى الاذرع الحلزونية ويتراوح حجمها بين عشرة ملايين إلى 2000 مليار نجم. المجرات الحلزونية، وهي الأكثر شيوعا تتميز بشكل دائري أو بيضاوي وتتألف من قرص مركزي يحتوي على النجوم والغازات والغبار وأذرع دوارة تمتد منه، ذات حجم من 30 مليون إلى 2000 مليار نجم. المجرات العدسية وهي مجرات بشكل بيضاوي ذات حجم محدود واضح، يتراوح حجمها بين 10 ملايين إلى 2000 مليار نجم. و المجرات غير المنتظمة وهي مجرات نادرة نسبيا مقارنة بالأنواع الأخرى. تختلف بنية هذه المجرات حسب اختلاف أنواعها.

تحتوي المجرات العادية على مستويات منخفضة نسبياً من العناصر الثقيلة (الأثقل من الهيليوم). ويرجع ذلك إلى عمر المجرات العادية الذي يتجاوز ملايين السنين، ما يعني أنها تشكلت في فترة مبكرة من تطور الكون، قبل أن تتمكن النجوم من تصنيع الكميات الكبيرة من العناصر الثقيلة التي تراكمت في المجرات الحديثة [1]



الشكل 1 : الصورة على اليمين تمثل مجرة M81 الحلزونية والمجرة على اليسار تمثل مجرة NGC 2787
الاهليلجية

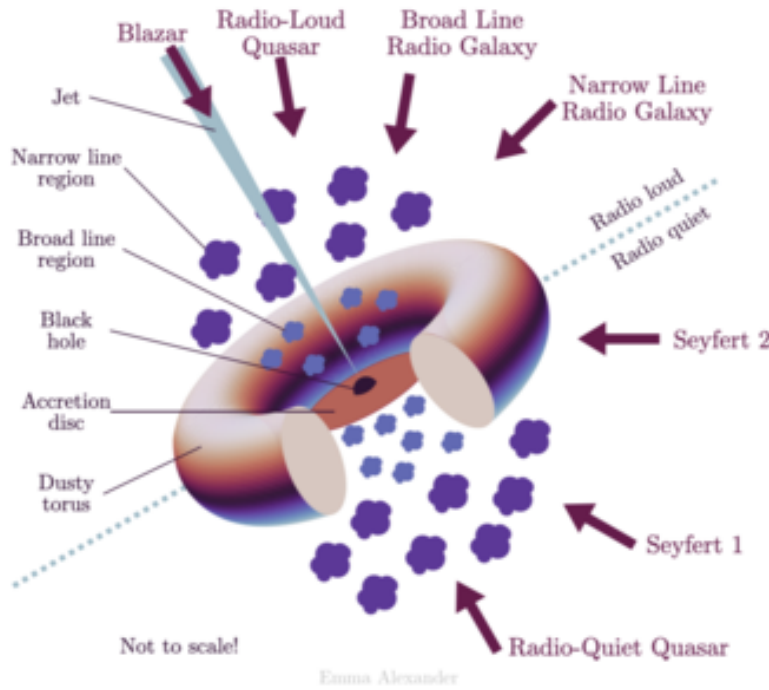
3- المجرات النشطة

تتميز المجرات النشطة عن المجرات العادية بوجود ثقب أسود فائق الكتلة "نشط" في مركزها الذي يمكن أن تتراوح كتلته من $10^6 - 10^9 M_{\odot}$ (حيث ان M_{\odot} تعني كتلة شمسية). ويوجد حوله قرص تراكم يغذيه، وبفعل الجاذبية والتفاعل بين مكونات قرص التراكم والاحتكاك ترتفع درجات الحرارة ويتم إصدار مختلف الأشعة الكهرومغناطيسية، وصولاً إلى الأشعة السينية. يمكن أن تكون المجرات النشطة ذات أثر كبير على المحيط الكوني، حيث يمكن للإشعاع المنبعث منها أن يؤثر على تشكيل المجرات المجاورة والمادة بين النجمية.

3-1 أنوية المجرات النشطة

Active Galactic Nuclei أو أنوية المجرات النشطة (AGN) هي منطقة مضغوطة في مركز المجرة النشطة تم تصنيفها لأول مرة عام 1943 بواسطة Carl Keenan Seyfert بناءً على الانبعاث البصري، ثم استخدمت بعدها تصنيفات إضافية مثل انبعاث الراديو، وأشعة غاما، والأشكال الطيفية، وعرض خط الانبعاث. أنوية المجرات النشطة اربعة انواع هي: المجرات الراديوية، تصدر معظم اشعاعاتها في الجزء الراديوي من

الطيف ويرجع ذلك إلى نفاثات من الجسيمات المشحونة. الكوازارات (Quasars)، وهي من أكثر الاجسام اضاءة وبعدا في هذا الكون ويمكن رؤيتها من على مسافات كبيرة جدا. البلازارات (Blazers) وهي نوع من الكوازارات التي تتميز انبعاثاتها القوية والمتغيرة في جميع الأطوال الموجية خاصة في نطاق أشعة جاما. ومجرات سيفرت التي سوف نتحدث عنها بتفصيل أكثر لاحقا. لكن يفترض النموذج الموحد للنوى المجرية النشطة أن هذه الأنواع هي في الأساس متشابهة، مدعومة من قبل نفس المحرك المركزي وعملية التراكم. الفرق الوحيد بينها هي زاوية رصدها من الأرض.



الشكل 2 : صورة النموذج الموحد لأنوية المجرات النشطة

تصدر انوية المجرات النشطة إشعاعات عالية الطاقة من 10^{40} Erg/s لبعض المجرات القريبة إلى 10^{47} Erg/s للكوازارات البعيدة [2]، نشاط هذه المجرات يُعتقد أنه مدعوم من قبل قرص التراكم المكون من الغاز الساخن والغبار الذي يحيط بالثقب الأسود، بحيث المادة تسقط باتجاهه فتفقد الزخم الزاوي و طاقة الجاذبية

الكامنة، فيتحول جزء منها إلى طاقة حركية بينما يتم تحويل الجزء الآخر إلى إشعاع، فتصدر مجموعة واسعة من الإشعاعات الكهرومغناطيسية، بما في ذلك الأشعة السينية وموجات الراديو وأشعة غاما. ذروة الانبعاثات من أنوية المجرات النشطة في الجزء فوق البنفسجي من الطيف، ولكننا غير قادرين على ملاحظة تلك الذروة بسبب امتصاص الغاز والغبار في مجرتنا [3]، يتغير هذا الانبعاث في فترات زمنية قصيرة مما يعني أن مصدره صغير الحجم مقارنة بحجم المجرة والنواة.

دراسة الإشعاع الناتج عن نوى المجرات النشطة يساعدنا في فهم العديد من الظواهر الفيزيائية، مثل عملية التراكم، وتواجد المادة في مجالات الجاذبية والمغناطيسية الشديدة، ونمو الثقوب السوداء، وهذا يساعدنا في فهم تشكل المجرات وتطورها عبر الزمن.

4- الثقوب السوداء فائقة الكتلة

هي أكبر أنواع الثقوب السوداء تتراوح كتلتها بين مئات آلاف وبلايين الكتل الشمسية. توجد في أغلب مراكز المجرات، بما في ذلك مركز مجرتنا، مجرة درب التبانة. كان لدى علماء الفلك في القرن العشرين أدلة غير مباشرة فقط على الثقوب السوداء فائقة الكتلة، وكان أكثرها إقناعاً هو وجود الكوازارات في المجرات النشطة البعيدة. كشفت ملاحظات إنتاج الطاقة والمقاييس الزمنية المتغيرة للكوازارات أنها تشع بأكثر من تريليون ضعف الطاقة التي تشع بها شمسنا من منطقة بحجم النظام الشمسي تقريباً. الآلية الوحيدة القادرة على إنتاج مثل هذه الكميات الهائلة من الطاقة هي تحويل طاقة الجاذبية إلى إشعاع كهرومغناطيسي بواسطة ثقب أسود ضخم. بينما تكثر العديد من النظريات، لا يزال العلماء غير متأكدين من كيفية تشكل هذه الثقوب السوداء الهائلة. لكن هناك نظريات تقول أن الثقوب السوداء النجمية تنتج عن انهيار النجوم الضخمة، واقتراح البعض أن الثقوب السوداء الهائلة تتشكل من انهيار السحب الهائلة من الغاز خلال المراحل الأولى من تكوين المجرة. أو أن الثقب الأسود النجمي يستهلك كميات هائلة من المواد على مدى ملايين السنين، وينمو إلى أبعاد الثقب الأسود

الهائل. ومن الممكن أيضا، أن مجموعة من الثقوب السوداء النجمية تتشكل وتندمج في النهاية في ثقب أسود فائق الكتلة [4].

1-4 مكونات الثقوب السوداء فائقة الكتلة

1-1-4 المتفردة Singularity

مركز الثقب الأسود ذات كثافة لا نهائية، وهي مصدر الجاذبية التي تجعله قويا جدا، في هذه النقطة تتغير الفيزياء وتتفكك جميع مفاهيم الزمكان.

2-1-4 أفق الحدث The event horizon

الحافة التي تحدد منطقة الفضاء حول الثقب الأسود، حيث أن سرعة الانفلات لأي جسم داخله يجب أن تتجاوز سرعة الضوء.

3-1-4 قرص التراكم Accretion disc

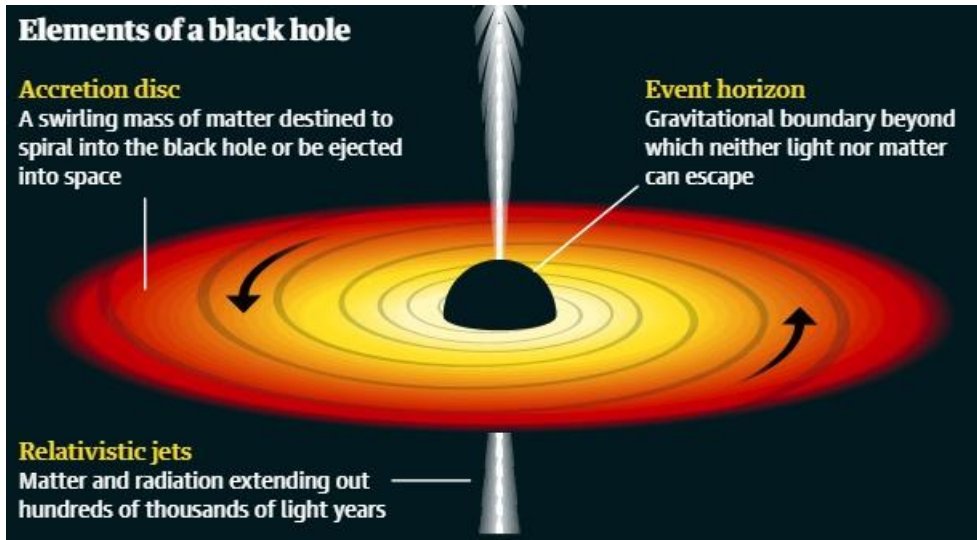
هو عبارة عن غازات و غبارو بلازما أو جسيمات تدور حول الثقب الأسود المركزي. يتشكل من تراكم المادة التي يسحبها الثقب الأسود نحوه. تتشكل أقراص التراكم في مراكز المجرات بشكل طبيعي عندما تسقط المادة في الثقب الأسود، فترتفع درجة حرارتها وتصدر طاقة على شكل إشعاع، تخلق هذه العملية منطقة مضغوطة ولامعة تدعى قرص التراكم. يتم تصنيف الأقراص النشطة في قلب المجرة وأقراص التراكم بشكل عام الى، اقراص رقيقة رقيقة وسميكة بناءً على شكلها.

4-1-4 الهالة Corona

تتكون من الإلكترونات عالية الحرارة، تبلغ حوالي مليار درجة بالقرب من الثقب الأسود و تنتج أشعة سينية عالية الطاقة.

5-1-5 الانفاثات JETS

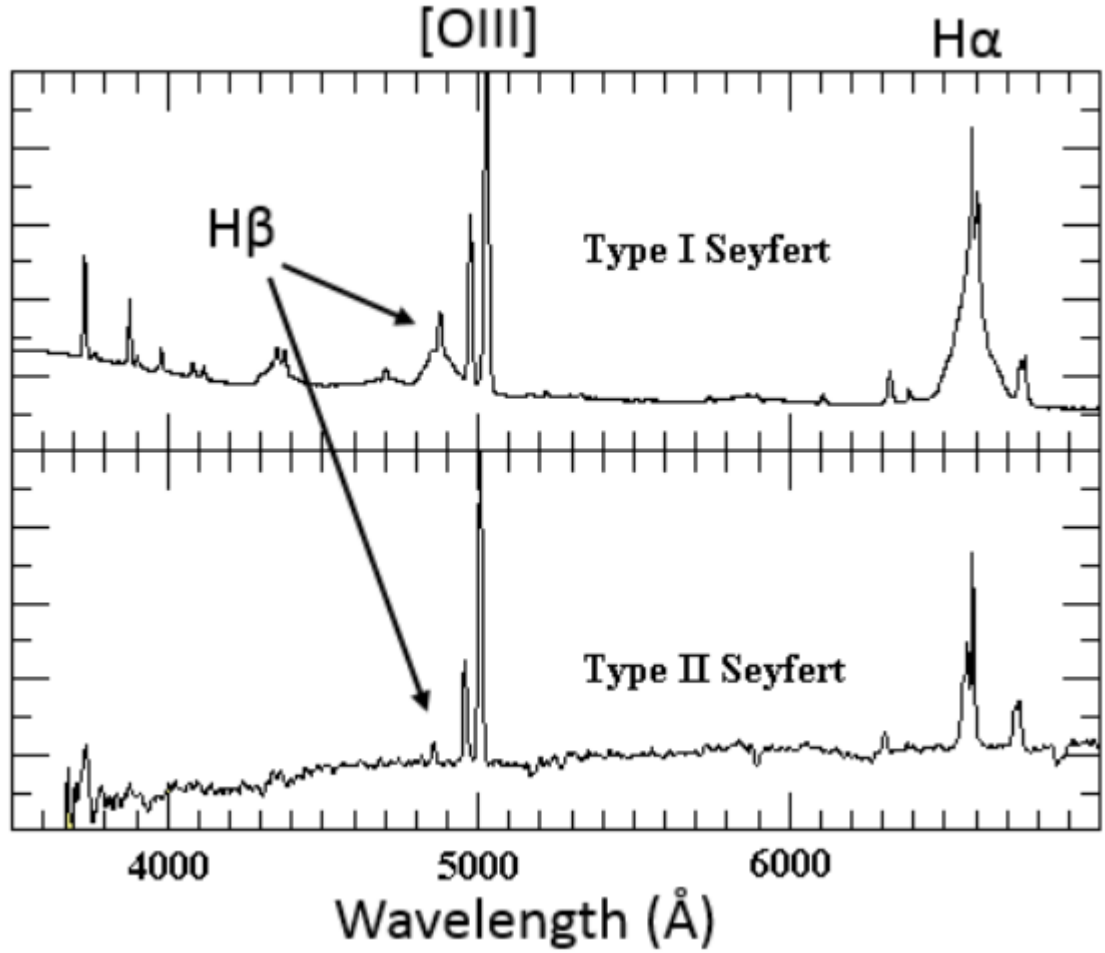
تتميز الانوية المجرية النشطة بظاهرة فلكية فيزيائية فريدة تدعى بالانفاثات، حيث تنبعث تدفقات للمادة المتأينة من المركز كشعاع ممتد عموديا على قرص التضخم، في اتجاهين متضادين. يمكن أن يصل طولها من الاف الى ملايين الفراسخ الفلكية.



الشكل 3 : شكل توضيحي لثقب أسود

5- مجرات سيفرت (Seyfert Galaxies)

هي نوع من أنواع المجرات الحلزونية النشطة تتميز بأنوية شديدة السطوع. اكتشفت لأول مرة في عام 1908، وسميت نسبة إلى عالم الفلك الأمريكي كارل سايفرت سنة 1943. تمثل حوالي 10% من المجرات المعروفة في الكون. عند رصدها تحت الضوء المرئي تبدو كمعظم المجرات الحلزونية العادية ولكن عند دراستها تحت أطوال موجية أخرى يتضح ان لمعان نواتها يمكن مقارنته بشدة سطوع مجرة عادية بأكملها. حيث تبدي اشعاعا شديدا في الأمواج الراديوية، تحت الحمراء (IR)، فوق البنفسجية (UV) و الأشعة السينية (X-Rays). في حين يغلب في المجرات العادية الاصدار في حيز الضوء المرئي فقط. يصدر هذا الإشعاع عن غاز شديد التأين ويبدو لنا على شكل خطوط متميزة في الطيف، خطوط انبعاث عريضة و خطوط ضيقة، حيث ان الخطوط العريضة تصدر من منطقة غاز يحيط بالثقب الأسود يقع في عمق نواة المجرة النشطة والذي سببه اندماج الذرات والجزيئات المتأينة، بينما تأتي الخطوط الضيقة من منطقة سحب الغاز البعيدة و سببها اندماج الغازات الاقل تاينا. يمكن لمجرات سيفرت إظهار تباين كبير في خطوط الانبعاثات والسطوع العام على مدى جداول زمنية قصيرة. تصنف مجرات سايفرت إلى نوعين سيفرت 1 طيفها يحتوي على خطوط ضيقة وخطوط عريضة، أما سيفرت 2 فتحتوي فقط على خطوط طيف ضيقة، يُعتقد أن النوع 1 له خط رؤية واضح للثقب الأسود المركزي، بينما يتم حجب نوع 2 بواسطة طارة torus من الغاز والغبار حول النواة. كما يوجد أيضًا سايفرت من النوع المتوسط (مثل سيفرت 1.2 و 1.5 و 1.8) والتي تحمل خصائص شبيهة بمصادر النوع 1 والنوع 2، مع مستويات متفاوتة من التعتيم.



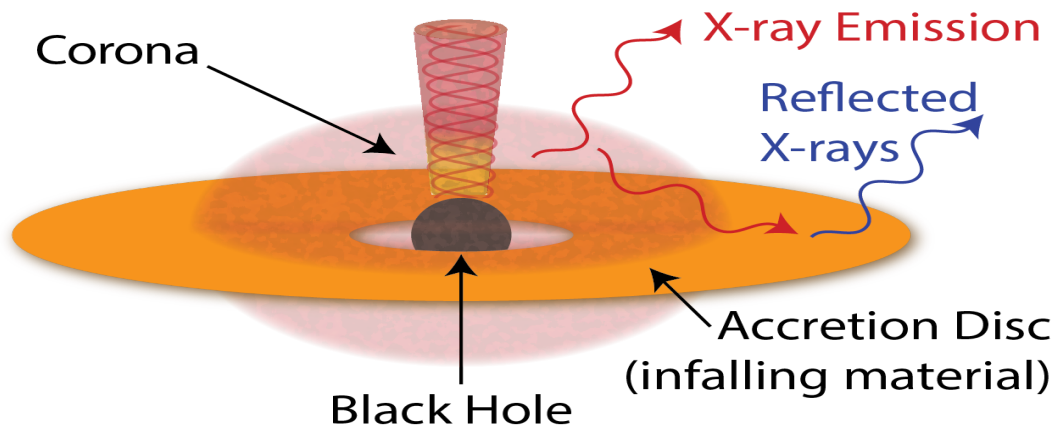
الشكل 4 : مثال عن طيف سيفرت 1 وسيفرت 2

6- طيف الأشعة السينية

الاشعة السينية هي نوع من الإشعاعات الكهرومغناطيسية ذات طاقة وتردد عاليين، طولها الموجي يتراوح بين 10 بيكومتر و 10 نانومتر. تنتج من تفاعل الجسيمات المشحونة عالية الطاقة مع الفوتونات منخفضة الطاقة

عبر عدة عمليات. نظرًا لأن الأشعة السينية تنشأ من مناطق قريبة جدًا من الثقب الأسود، فإن دراستها تعطينا رؤية فريدة لما يحدث في مركز المجرة. ما يقرب من 10% من إجمالي انبعاثات الطاقة الصادرة من نواة مجرية نشطة تكون في نطاق الأشعة السينية [3].

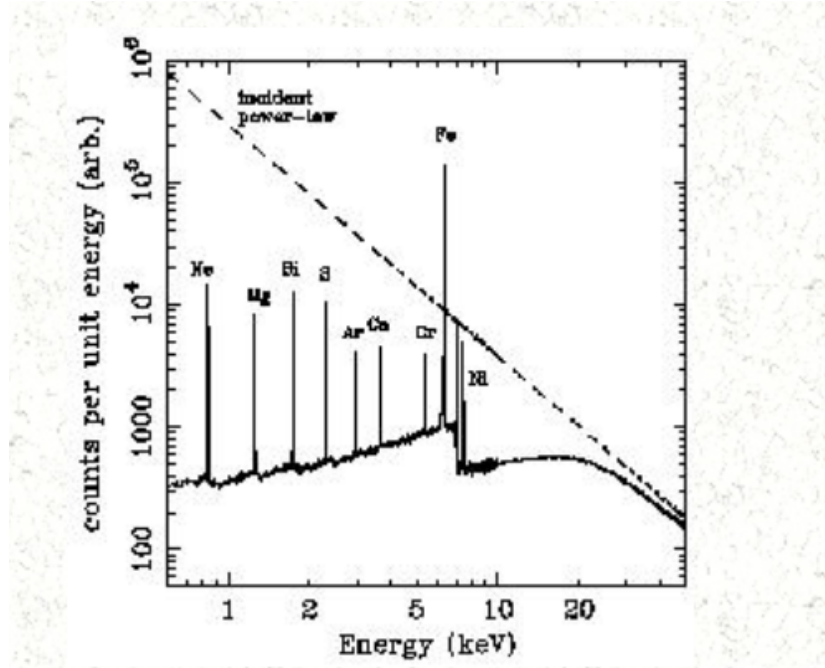
الفوتونات فوق البنفسجية المنبعثة من قرص التراكم تتفاعل مع إلكترونات الهالة فترتفع طاقتها من خلال عملية Inverse Compton Scattering - ICS (تفاعل كومبتون العكسي)، تكتسب هذه الفوتونات طاقة و تصبح أشعة سينية، مما يشكل الأشعة السينية الأولية في نواة المجرة النشطة، ويأخذ هذا الانبعاث شكل القانون الأسي. ينبعث الإشعاع الأولي من الهالة في كل الإتجاهات، لذا فإن بعض الأشعة السينية تنعكس على قرص التراكم مشكلة الأشعة السينية المنعكسة أو الثانوية؛ التي تزودنا بمعلومات عن قرص التراكم مثل خطوط الانبعاثات و إزاحة دوبلر.



الشكل 5 : مخطط المنطقة الوسطى من نواة مجرية نشطة

الطيف المرصود من أي نواة مجرية نشطة يكون مزيج من انبعاثات الأشعة السينية الأولية من الهالة و الطيف المنعكس من قرص التراكم الذي يمثل الأشعة السينية الثانوية، حيث يكون هناك عناصر طيفية مميزة تتضمن خط الحديد الذي يشير إلى وجود انبعاثات من الحديد في النواة النشطة، يمكن استخدامه لتحديد خصائص

الغاز ودرجة حرارته وحركته، وحادبة كومبتون التي تتعلق بتفاعل بين الفوتونات ذات الطاقة العالية والإلكترونات الموجودة في الغاز الساخن المحيط بالثقب الأسود المركزي، يؤدي هذا التفاعل إلى زيادة في طاقة الفوتونات وتشتيتها، مما ينتج لنا حادبة كومبتون في طيف الأشعة السينية. تحليل هذه الحادبة يمكن أن يوفر معلومات عن الطاقة والتوزيع الزاوي للإلكترونات في المجرة. هذه العناصر الطيفية تعطينا معلومات مهمة حول العمليات الفيزيائية المتعلقة بالنواة النشطة للمجرة.



الشكل 6 : منحنى يوضح مجموع الإشعاع المباشر والمنعكس وما يتم رصده [5]

الفصل الثاني

رصد وتحليل البيانات
الفلكية

1- المقدمة

رصد الأشعة السينية التي تصدر من مختلف الأجرام في الكون، يتم باستخدام مرصد فضائية مثل XMM Newton و NuStar، توجد في مدار حول الأرض لأن الأشعة السينية لا يمكنها اختراق الغلاف الجوي. ومن ثم يتم تحليل البيانات عبر برامج مثل Xspec و fv.

2- انواع المراصد

هناك عدة أنواع من المراصد التي تستخدم في علم الفلك، نذكر منها:

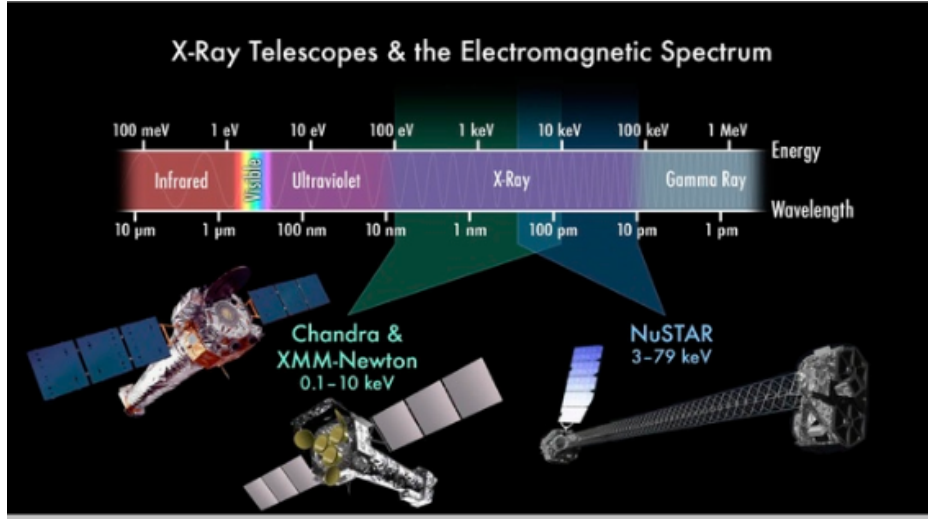
-المراصد الأرضية: هي المراصد التي تقع على سطح الأرض وتستخدم لرصد ودراسة الكواكب والنجوم والأجرام السماوية الأخرى. تشمل المراصد الأرضية التلسكوبات البصرية و الراديوية وغيرها.

-المراصد الفضائية: هي المراصد التي توضع في المدار الفضائي لرصد الكواكب والنجوم والأجرام السماوية من الفضاء. توفر المراصد الفضائية فرصة للحصول الدقيق للبيانات وتفادي التأثيرات الجوية وتشويش الأرض. وترصد الإشعاعات التي لايمكنها الوصول للأرض بسبب الغلاف الجوي، مثل مرصد الأشعة السينية.

-المراصد البحرية: هي المراصد التي توجد على السواحل أو على البحار والمحيطات.

3- مرصد الأشعة السينية

مرصد الأشعة السينية هي المراصد التي تستخدم لرصد ودراسة الأشعة السينية الصادرة عن النجوم والمجرات والظواهر الفلكية الأخرى ذات الطاقة العالية، من أهم هذه المراصد Chandra و XMM Newton و Suzaku و NuStar.

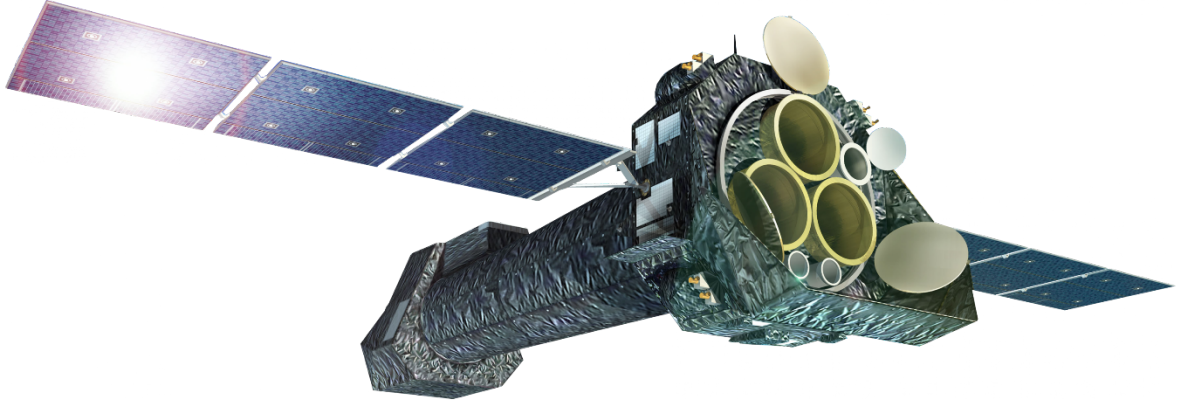


الشكل 7 : صورة تمثل تلسكوبات الأشعة السينية و الطيف الكهرومغناطيسي الذي ترصده

1-3 مرصد XMM Newton

مهمة الأشعة السينية متعددة المرايا (X-Ray Multi Mirror Mission) التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية ESA، او اختصارا XMM Newton، نسبة إلى العالم الشهير اسحاق نيوتن. تم إطلاقه على متن صاروخ من نوع Ariane 504، في 10 ديسمبر 1999، بتكلفة 689 إجمالية مليون يورو. في مدار إهليلجي حول الأرض من 7000 الى 114000 كلم، حيث لا يستطيع الغلاف الجوي منع الأشعة السينية السماوية، يدرس مرصد الفضاء XMM Newton بعضاً من أكثر الظواهر الفضائية عنفاً، حيث تمكن لأول مرة من قياس تأثير مجال الجاذبية لنجم نيوتروني على الضوء الذي ينبعث منه. تبلغ مساحة مرآة التجميع الإجمالية أكثر من 120 متراً مربعاً موزعة عبر ثلاثة تلسكوبات فردية للأشعة السينية، تتكون كل منها على 58 مرآة متداخلة. يحمل تلسكوب XMM Newton ثلاثة أنواع من الأجهزة للقياس هي: نظام EPIC، RGS، OM.

[6]



الشكل 8 : صورة تمثل XMM Newton

1-1-3 أرشيف XMM Newton

يحتوي أرشيف XMM Newton على البيانات للملاحظات الفردية بالإضافة إلى العديد من الصور في مختلف أطوال الأمواج، يمكن الولوج إليه عبر ESA SKY او من الموقع الالكتروني الخاص به [7]. للحصول على المعلومات من أرشيف XMM Newton يجب اولاً فتح حساب في الموقع الالكتروني الخاص به ومن ثم اتباع هذه الخطوات للحصول على ملف البيانات:

-اولاً: الدخول الى ارشيف المرصد عبر XMM Newton Science Archive

-ثانياً : اختيار خانة البحث

-ثالثاً : كتابة اسم الجرم والضغط على بحث



XMM-Newton Science Archive Search

Single Object Search Multi-Object Search Search Clear

Target in Field Of View Circle Box

Name Resolve Given by Proposer
ngc7314 resolved by Sesame

Equatorial
Galactic

Filters for Observation, Proposal and Catalogue Searches

Display options

Observations	PPS Sources	Slew Observations	Catalogues/Upper Limits
<input checked="" type="checkbox"/> Pointed Observations <input type="checkbox"/> Exposures <input type="checkbox"/> EPIC Exposures <input type="checkbox"/> OM Exposures <input type="checkbox"/> RGS Exposures <input type="checkbox"/> Proposals <input type="checkbox"/> Publications	<input type="checkbox"/> EPIC PPS Sources <input type="checkbox"/> OM PPS Sources <input type="checkbox"/> Slew PPS Sources	<input type="checkbox"/> Slew Observations <input type="checkbox"/> Slew Obs. Segments <input type="checkbox"/> Slew Publications	<input type="checkbox"/> 4XMM-DR12 Filtered Catalogue <input type="checkbox"/> 4XMM-DR12s Filtered Stack Cat <input type="checkbox"/> OM Source Catalogue <input type="checkbox"/> Slew Survey Clean Catalogue <input type="checkbox"/> Upper Limits

Select All

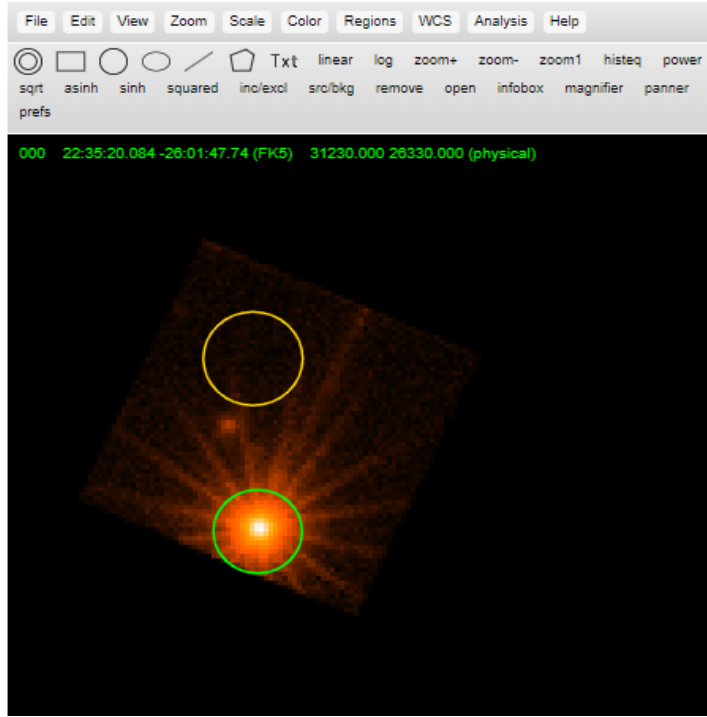
Radiation Monitor Files

Search Clear

الشكل 9 : يوضح مرحلة البحث عن البيانات [7]

رابعاً : تظهر نافذة فيها نتائج وملاحظات هذا الجرم والأرصاد الخاصة به

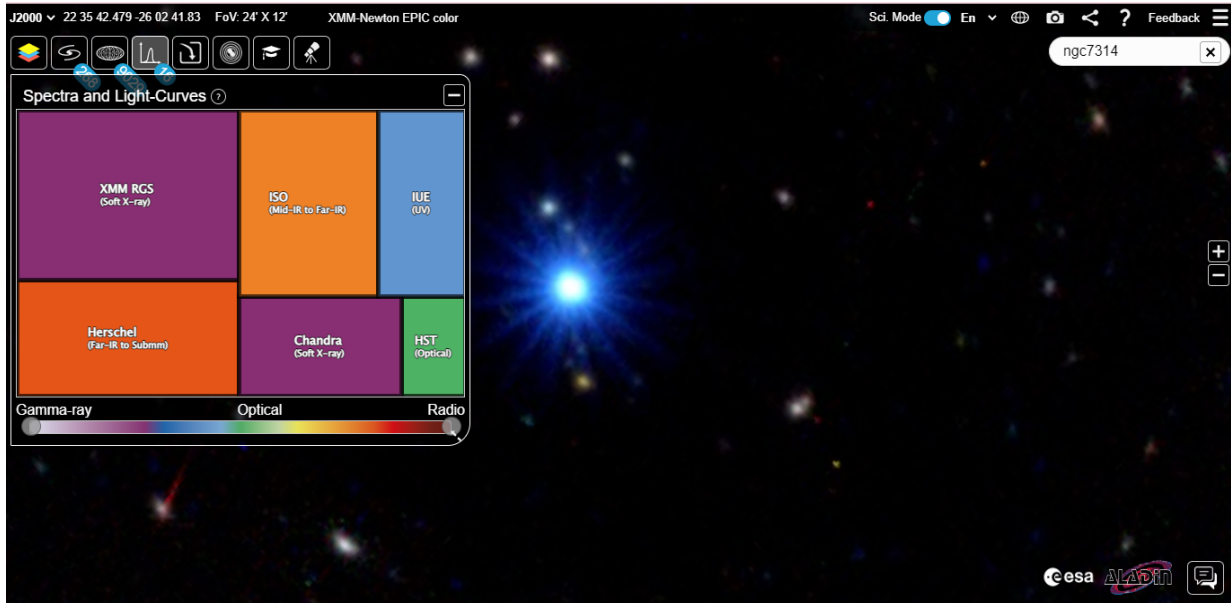
يمكن تحميل البيانات مباشرة عبر الضغط على زر التحميل واختيار نوع البيانات المراد تحميلها، كما يمكن الولوج إلى "Interactive analysis" حيث يمكنك تحديد المصدر والخلفية والتحكم في مقاسها والكثير من المدخلات يدوياً.



الشكل 9 : صورة تمثل نافذة برنامج JS9 لإختيار منطقتي المصدر والخلفية، من أجل تحميل طيف المجرة ومنحنيات الضوء [7]

ESA SKY 2-1-3

بوابة ESA SKY وهي عبارة عن منصة على الانترنت توفر الوصول إلى صور أو الفهارس أو البيانات الطيفية، مشفرة بالألوان حسب الطول الموجي من بعثات علم الفلك التابعة لوكالة الفضاء الأوروبية، تتيح للمستخدمين استكشاف وتصور البيانات التي تم جمعها بواسطة هذه البعثات، وكذلك تنزيل البيانات للتحليل العلمي الجمهور الأساسي لبوابة ESA Sky هم الباحثون وعلماء الفيزياء الفلكية، لكن المنصة مفتوحة أيضاً لعامة الناس. البوابة مجانية للاستخدام على الموقع الإلكتروني الخاص بها [8].

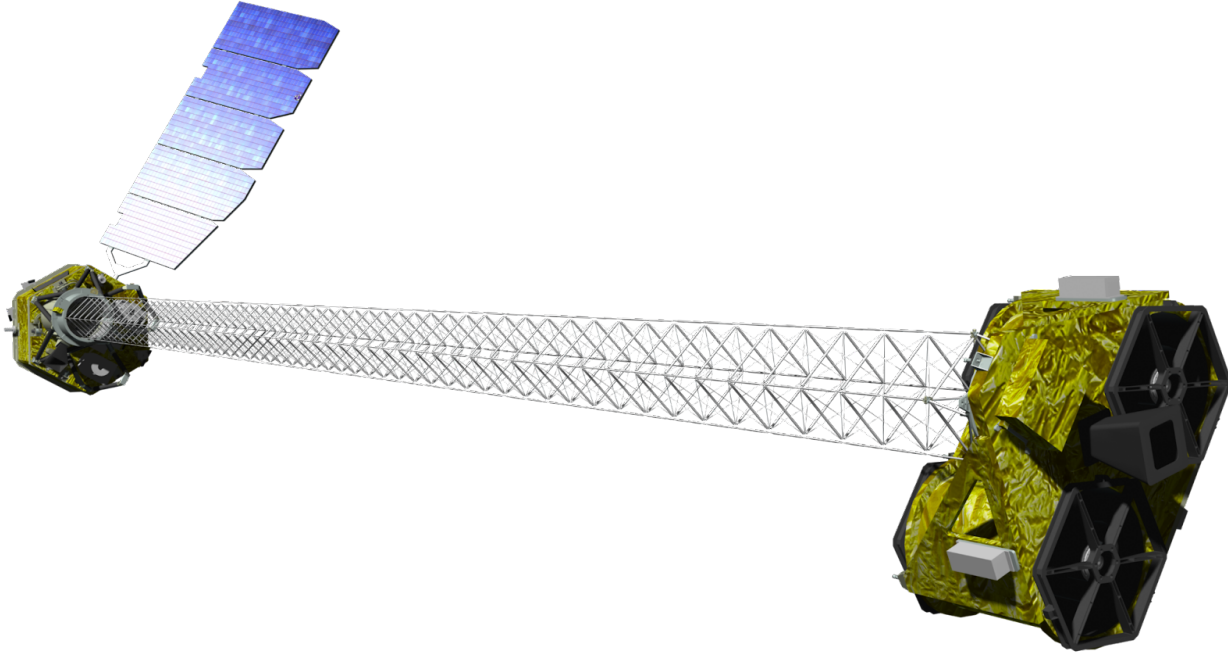


الشكل 10 : يمثل واجهة ESA SKY

2-3 مرصد NuStar

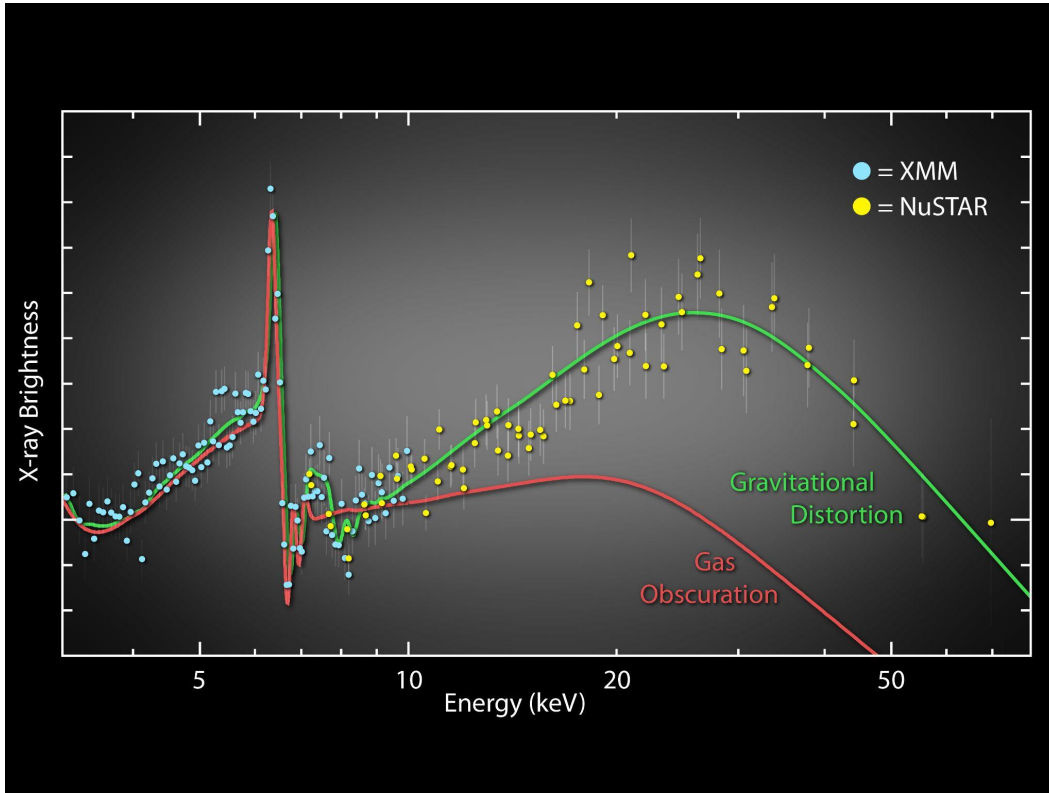
بعثة التلسكوب الطيفي النووي (Nuclear Spectroscopic Telescope Array) التابع لوكالة ناسا الأمريكية، التي تم إطلاقها في 2012 جوان 13، هو أول تلسكوب للأشعة السينية عالي الطاقة، بتكلفة 150 مليون دولار. يعمل NuStar في نطاق طاقة من 3 إلى 79 كيلو فولت. في مدار 650×610 كم وبميل 6 درجات. يتكون مرصد NuSTAR من تلسكوبين للأشعة السينية الصلبة متشابهين موجهين إلى أهداف سماوية بواسطة ثلاثة محاور مستقرة. يتكون NuSTAR من اثنين من البصرييات التقريبية المخروطية المصممة بشكل متطابق من Wolter-I تسمى OMA (وحدة البصرييات) و OMB. يتم مطابقة OMA مع وحدة المستوى البؤري و FPMA و OMB مع FPMB، تتكون كل وحدة بصرية من 133 طبقة مرآة تم تغطية 43 طبقة خارجية بطبقة W/Si متعددة الطبقات، بينما تم تغطية 90 طبقة الداخلية بـ Pt/C.

[9,10].



الشكل 11 : يمثل مرصد NuStar

على الرغم من أن XMM Newton و NuStar يعملان في نطاق الأشعة السينية، إلا أنهما يستهدفان طاقات مختلفة ويتمتعون بقدرات وتطبيقات مختلفة. يعتمد الاختيار بينهما على الأهداف البحثية والمتطلبات الفنية للدراسة المحددة.



الشكل 12 : مقارنة بين طيفين لجرم مرصود من XMM NEWTON و NUSTAR

5- أدوات تحليل البيانات الفلكية

Xspec 1-5

Xspec "X-ray Spectral Fitting Package" هو برنامج تفاعلي لتحليل طيف الأشعة السينية , يعتمد على إدخال أوامر محددة من المستخدم، مصمم ليكون مستقلاً تماماً عن المرصد بحيث يمكن استخدامه لأي مقياس طيف. تم استخدام Xspec لتحليل البيانات من Chandra، XMM Newton، Suzaku، NuStar، والعديد من المراصد الأخرى. تمت كتابة النسخة الأولى من Xspec في عام 1983 و تم تطويره من قبل قسم الفيزياء الفلكية عالية الطاقة في مركز هارفارد للفيزياء [11].

الاستخدام	الامر
تحميل بيانات الأشعة السينية	Data
تغيير ملف المنحنيات	cpd
رسم البيانات والنماذج المستعملة	Plot
تحديد نموذج ملائمة الأشعة السينية لاستخدامه في التحليل	Model
ملاءمة النموذج مع البيانات	Fit
تحديد بيانات الطاقة التي يجب تجاهلها	Ignore
لتنشيط قيمة معامل النموذج	Freeze
رسم البيانات	Plot data
إيقاف الرسم	Cpd none

جدول 1: يمثل بعض اوامر xspec

2-5 نماذج ملائمة Xspec

يوفر Xspec مجموعة واسعة من النماذج التي يمكن استخدامها لملائمة البيانات الطيفية، وهي نوعين المضافة والمضاعفة. فيما يلي بعض الأمثلة على أنواع النماذج المتاحة :

- نموذج القانون الأسي power Law

هو نموذج شائع الاستخدام في Xspec يعبر عن تفاعل كومبتون العكسي -ICS- وفقا للقانون الاسي الذي يمكن التعبير عنه رياضيا كالتالي :

$$A(E) = KE^{-\alpha} \dots\dots\dots(1)$$

حيث ان :

α : هي مؤشر القانون الأسي للطاقة (بلا أبعاد)

k: هو معامل التقنين ووحدته photons/keV/cm² /s at 1 keV

A(E): التدفق

- نموذج Gaussian

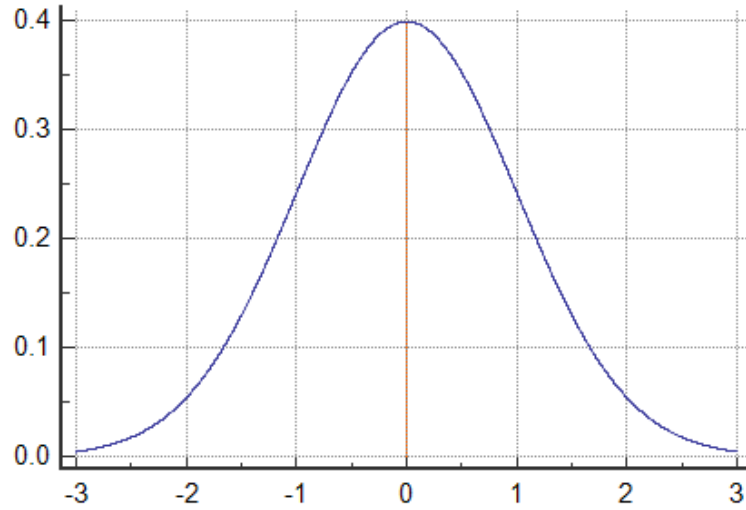
هو نموذج لتركيب البيانات الطيفية بحيث أن التدفق يتم تعديله بواسطة توزيع غوس، وذلك لأن الفوتونات التي تكون قريبة من الثقب الأسود تتأثر بجاذبيته فتظهر لنا على شكل منحنى عريض، يمكن التعبير عنه رياضيا بالنموذج الغوسي كالتالي :

$$A(E) = K \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-(E-E_l)^2}{2\sigma^2}\right) \dots\dots\dots 2$$

E_l : طاقة خط الانبعاث keV

σ : عرض الخط الانبعاث keV

K : معامل التقنين الكلي في الخط $2 /s /\text{cm}^2$ photons/cm



الشكل 14 : يمثل منحنى دالة Gaussian

-نموذج TBabs

يحسب نموذج TBabs امتصاص الأشعة السينية بواسطة ذرات الهيدروجين في الوسط بين النجمي على طول خط الرؤية، باستخدام مقاطع عرضية من قاعدة بيانات الامتصاص الكهروضوئية. يتطلب متغير واحد وهو كثافة الهيدروجين N_H .

-نموذج zTBabs

ztbabs هي نسخة معدلة من نموذج امتصاص tbabs في Xspec الذي يمثل الامتصاص داخل المجرة. يتطلب هذا النموذج متغير كثافة الهيدروجين nH كما يسمح بتثبيت معامل الانزياح الأحمر z. يمكن استخدام هذين النموذجين مع نماذج Xspec الأخرى لحساب تأثيرات الامتصاص على الطيف المرصود وتقييم جودة الملائمة باستخدام مقاييس إحصائية مثل chi-square.

[11]

-RELXILL-

Relativistic X-ray reflection، يحسب نموذج RELXILL الانعكاس النسبي من المناطق الداخلية لقرص التراكم .

[12]

-XILLVER-

يحسب نموذج XILLVER الانعكاس النسبي من المناطق الخارجية لقرص التراكم .

يتضمن نموذجي RELXILL و XILLVER مجموعة من المعاملات مثل وفرة الحديد Afe، معامل التباين logxi، دوران الثقب الأسود a، نصف قطر داخلي/نصف قطر الخارجي لقرص التراكم Rin/Rout، زاوية ميلان المجرة Incl.

[13]

fv 3-5

تم تطوير Fv من قبل مركز HEASARC في مركز أبحاث أرشيف علوم الفيزياء الفلكية في جامعة ماريلاند، ويتم توفيره كبرنامج مجاني لجميع المستخدمين. يمكن للمستخدمين تنزيل البرنامج واستخدامه لعرض وتحرير ملفات FITS. في علم الفلك حيث يرمز FITS إلى "Flexible Image Transport System" أي نظام نقل الصور المرنة. يتم أيضًا توفير العديد من المستندات التي تشرح كيفية استخدام البرنامج وعرض وتحرير ملفات FITS باستخدامه [14].

```

File Edit Tools Help
Search for: [ ] Find Case sensitive? No
XTENSION= 'BINTABLE' / binary table extension
BITPIX = 8 / 8-bit bytes
NAXIS = 2 / 2-dimensional binary table
NAXIS1 = 6 / width of table in bytes
NAXIS2 = 4096 / number of rows in table
PCOUNT = 0 / size of special data area
GCOUNT = 1 / one data group (required keyword)
TFIELDS = 2 / number of fields in each row
TTYPE1 = 'CHANNEL' / The name of this column
TFORM1 = 'I' / data format of field: 2-byte INTEGER
TTYPE2 = 'COUNTS' / The name of this column
TFORM2 = 'J' / data format of field: 4-byte INTEGER
TUNIT2 = 'count' / physical unit of field
EXTNAME = 'SPECTRUM' / The name of this table
TELESCOP= 'XMM' / Telescope (mission) name
INSTRUME= 'EPN' / Instrument name
SLCTEXPR= '( (X,Y) IN circle(23710.00, 28690.00, 600.00)) && (PATTERN<=4) && (FLAG=<'
CONTINUE = '0' / Filtering expression used by evselect
FILTER = 'Thin1' / Filter ID
HDUCLASS= 'OGIP' / Format conforms to OGIP/GSFC conventions
HDUCLAS1= 'SPECTRUM' / File contains a spectrum
HDUCLAS2= 'TOTAL' / File contains gross counts
HDUCLAS3= 'COUNT' / Spectrum is stored as counts
HDUVERS1= '1.1.0' / Version of format
AREASCAL= 1.0000000000000000E+00 / Nominal scaling factor for data
CORRSAL= 1.0000000000000000E+00 / Nominal scaling factor for correction file
POISSERR= 1 / Poisson errors appropriate
SYS_ERR = 0 / Global systematic error
CHANTYPE= 'PI' / Type of channel data
DETHANS= 4096 / Total number of detector channels available
QUALITY = 0 / All channels have good quality
GROUPING= 0 / No data grouping done
SPECDELTA= 5 / Spectral channel size, ie the binning factor
SPECPIX = 0 / The rebinned channel corresponding to SPECVAL
SPECVAL = 2.0000000000000000E+00 / Original chan value at center of rebinned chan
DSTYP1 = 'CCDNR' / data subspace descriptor: name
DSTYP2 = 'TIME' / data subspace descriptor: name
DSUNI2 = 's' / data subspace descriptor: units
DSTYP3 = 'PI' / data subspace descriptor: name
DSUNI3 = 'eV' / data subspace descriptor: units
DSTYP4 = 'POS (X, Y)' / data subspace descriptor: name

```

الشكل 15 : صورة تمثل HEADER من fv الذي يحمل جميع المعلومات عن الطيف المرصود

SciServer -6

هي منصة علمية تم بناؤها ودعمها من قبل معهد الهندسة والعلوم المكثفة للبيانات في جامعة جونز هوبكنز على رأس البنية التحتية السحابية لشركة Microsoft Azure. يتيح SciServer نهجًا جديدًا للباحثين بالعمل مع Terabytes أو Petabytes من البيانات العلمية، دون الحاجة إلى تنزيل أي مجموعات بيانات كبيرة. يوفر للباحثين إمكانية الوصول إلى مجموعة من واجهات برمجة التطبيقات والمكتبات، مثل مكتبات Python ، التي تساعدهم على تحليل البيانات بشكل أكثر فعالية. [15]

SciServer Dashboard

Data, Collaboration, Compute

Your Activities



Files

You have 1 Shared User Volume.
You have 2 Owned User Volumes.



Groups

You have 0 Group Invitations.
You have 0 Owned Groups.



Compute Jobs

You have 0 Jobs Running.
You have 0 Jobs Completed in 24 hours.



Science Domains

You have joined 0 domains.
There are 3 domains available.

SciServer Apps



CasJobs



Compute



Compute Jobs



SkyServer

Access the Sloan Digital Sky Survey

الشكل 16 : واجهة منصة sciserver

الفصل الثالث

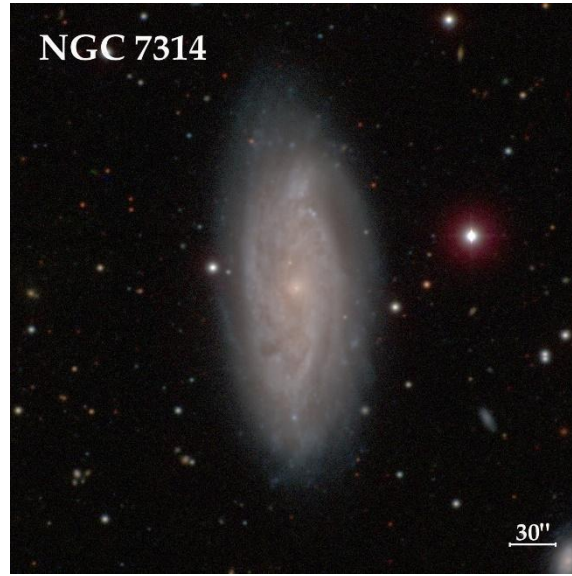
تحليل بيانات الأشعة
السينية لنواة مجرة نشطة

1- المقدمة

يتناول الفصل الثالث دراسة مجرة NGC 7314 من خلال تحليل بيانات الأرصاد التي تمت عن طريق XMM Newton و NuStar، و سنركز على ملاءمة الطيف باستعمال نماذج رياضية ونماذج فيزيائية مثل الانعكاس النسبوي على قرص التراكم. الانعكاس النسبوي هو ظاهرة تحدث عند تصادم الأشعة السينية بمادة مركبة مثل قرص التراكم، وتتم انعكاسها باتجاه المراقب. يستخدم مرصد XMM Newton و NuStar لجمع البيانات الضوئية والأشعة السينية لدراسته، وتحليل البيانات باستعمال XSPEC. يمكن استخدام الطيف الانعكاسي لتحديد خصائص المادة، مثل درجة حرارتها وكثافتها، وتحديد خصائص البنية الفيزيائية للمادة الموجودة في القرص التراكم

2- مجرة NGC 7314

هي مجرة حلزونية من نوع سايفرت 1.9 وذات انزياح أحمر $z = 0.0048$ بكتلة تقدر بـ $5 * 10^6 M_{\odot}$ [13] (حيث أن M_{\odot} تعني كتلة شمسية)، تقع في كوكبة الحوت الجنوبية، اكتشفها عالم الفلك الإنجليزي جون هيرشل سنة 1834. تقع على بعد أكثر من 16.7 مليون فرسخ فلكي. وقد تم تسجيلها في الكتالوج الشهير المعروف باسم "الفهرس العام الجديد" (New General Catalogue) الذي تم نشره لأول مرة في عام 1888، ورُقمت بالرقم 7314. ومنذ ذلك الحين، تم دراسة هذه المجرة بشكل مكثف وتفصيلي من قبل العديد من الباحثين. تحتوي المجرة على نواة نشطة لمعانها في المجال الطاقوي [2- 10] keV يساوي $3.7 \times 10^{-11} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ [13]



الشكل 17 : صورة لمجرة NGC 7314

3- معالجة البيانات

تمت معالجة بيانات XMM-Newton EPIC باستخدام epcproc في [17] SAS. تم استخراج فوتونات المصدر والخلفية من مناطق دائرية يبلغ نصف قطرها 35" تتمركز على موقع المصدر وبعيدًا عنه على التوالي. تم معالجة بيانات NuSTAR باستخدام برامجي nupipeline، وتم استخراج فوتونات المصدر والخلفية من المناطق الدائرية التي يبلغ نصف قطرها 50" و 60" على التوالي، لكل من وحدة المستوى البؤري A ووحدة المستوى البؤري B.

4- تحليل البيانات

مدة الرصد(s) × 10 Ks	تاريخ نهاية الرصد	تاريخ بداية الرصد	الرقم التعريفي للرصد	المرصد
1.05	2001-05-02	2001-05-02	0111790201	XMM Newton
4.47	2001-05-02	2001-05-02	0111790101	
14	2013-05-18	2013-05-17	0725200101	
13.2	2013-11-30	2013-11-28	0725200301	
6.5	2016-05-15	2016-05-14	0790650101	
10.04	2016-05-14	2016-05-13	60201031002	NuStar

جدول 2: يمثل أرصاد مجرة NGC 7314 من طرف XMM Newton

[14]

قمنا بتحليل هذه البيانات للحصول على أطياف الأرصاد الخمسة الخاصة بمجرة NGC 7314 من XMM
Newton وكذلك طيف المجرة المرصود في 2016 من NuStar.

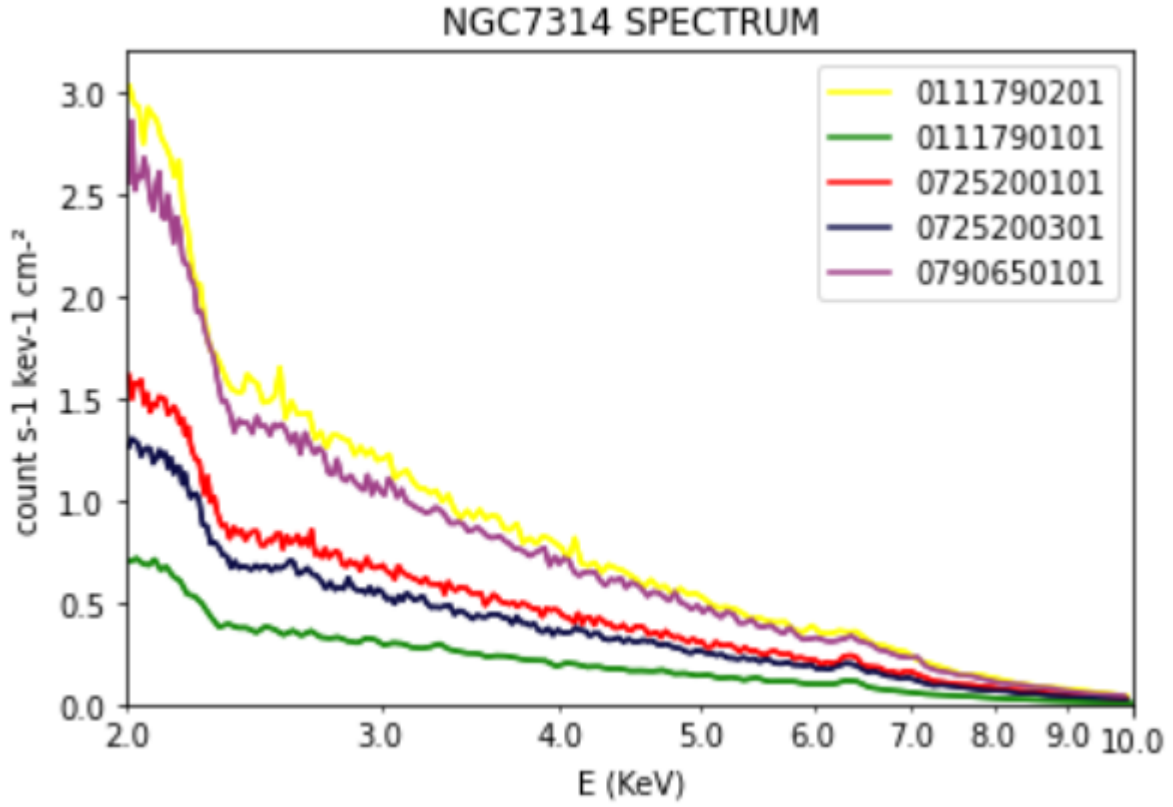
```
XSPEC12>data spec5_src.ds
Warning: RMF FILTER keyword (Medium) is not consistent with that in spectrum (Thin1)
***Warning: spectrum FILTER keyword (Thin1) is not consistent with that from background/correction file (Medium).

1 spectrum in use

Spectral Data File: spec5_src.ds Spectrum 1
Net count rate (cts/s) for Spectrum:1 8.074e+00 +/- 1.363e-02 (99.1 % total)
Assigned to Data Group 1 and Plot Group 1
Noticed Channels: 1-4096
Telescope: XMM Instrument: EPN Channel Type: PI
Exposure Time: 4.447e+04 sec
Using fit statistic: chi
Using Background File spec1_bgd.ds
Background Exposure Time: 3.011e+04 sec
Using Response (RMF) File spec1_src.rmf for Source 1
Using Auxiliary Response (ARF) File spec1_src.arf

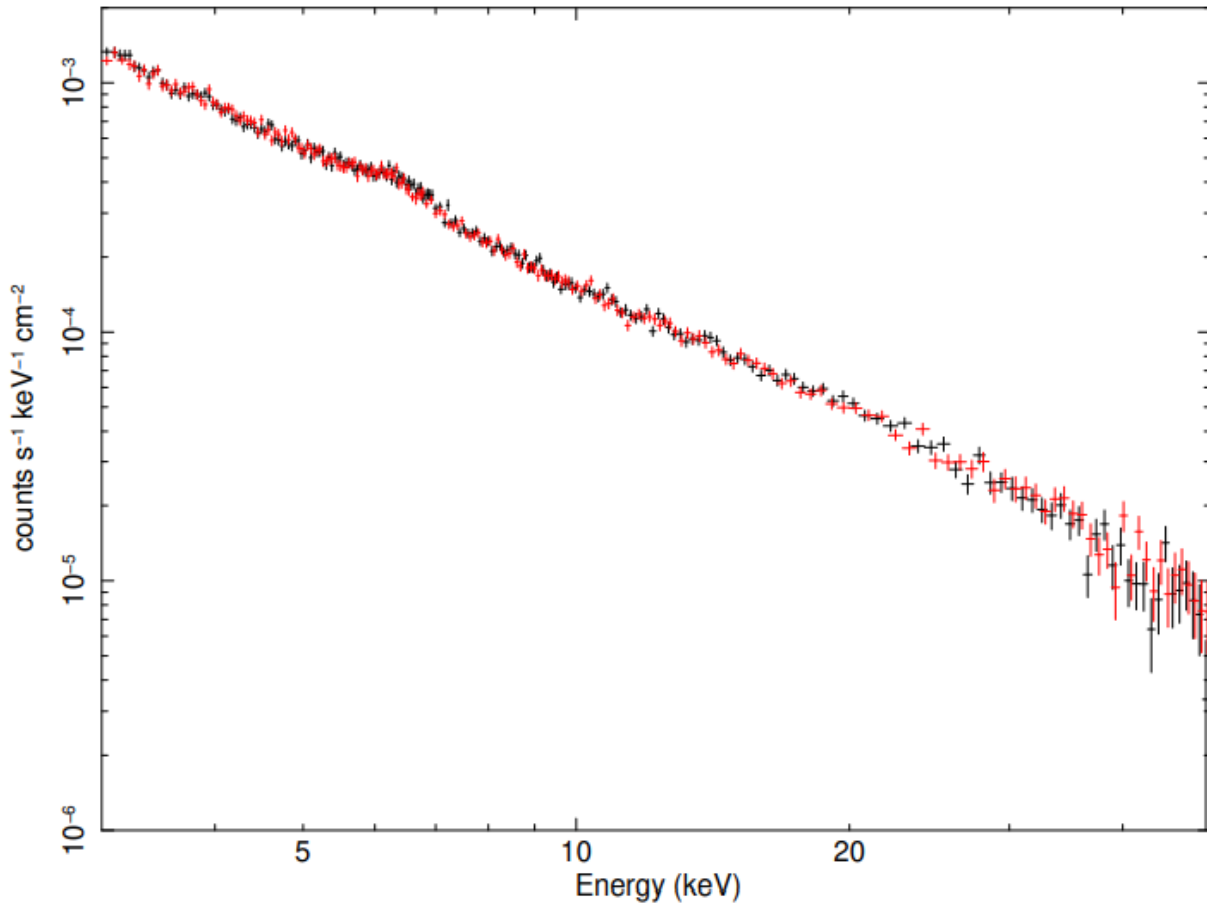
XSPEC12>backgrnd spec5_bgd.ds
Net count rate (cts/s) for Spectrum:1 8.069e+00 +/- 1.360e-02 (99.0 % total)
XSPEC12>response spec5_src.rmf
Response successfully loaded.
XSPEC12>arf spec5_src.arf
Arf successfully loaded.
XSPEC12>setplot energy
XSPEC12>setplot area
```

الشكل 18 : يمثل تعليمات برنامج Xspec لتحميل بيانات NGC 7314 الخاصة بمرصد XMM₂₀₁₆



الشكل 19 : يمثل أطياف مختلف أرصاد مجرة NGC 7314 من مرصد XMM Newton في مجال طاقة keV[10-2]

NGC 7314 SPECTRUM 60201031022



الشكل 20 : يمثل طيف الأشعة السينية لمجرة NGC 7314 من مرصد NuStar لسنة 2016 في مجال طاقة keV [50-3]

5- ملائمة البيانات

النموذج الأول *tbabs *ztbabs * powerlaw*

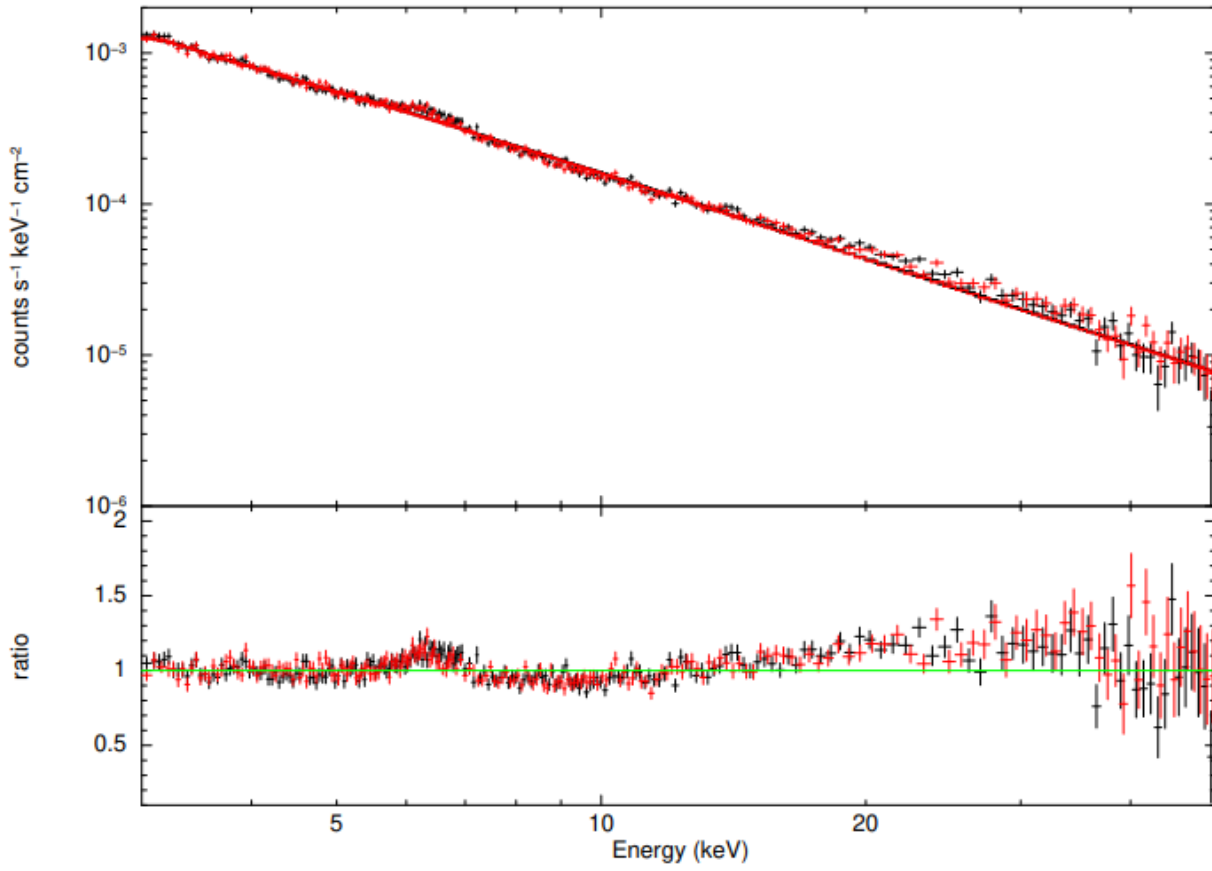
قمنا بتحليل وملاءمة بيانات NuStar الخاصة برصد 2016 بنموذج أولي *tbabs *ztbabs * powerlaw* ثم اضفنا رصد XMM Newton لنفس السنة 2016. وحصلنا على أفضل معاملات الملاءمة *best fit* parameters.

tbabs *ztbabs * powerlaw					Model
d.o.f	X^2	norm [$\times 10^{-2}$]	Photon index	ztbabs N_H [$\times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$]	
2344	2957.77	1.40 ± 0.05	1.917 ± 0.013	0.94 ± 0.22	<i>NuStar</i>
3715	4557.18	1.30 ± 0.02	1.880 ± 0.008	0.800 ± 0.042	<i>NuStar</i> + <i>XMM</i> ₂₀₁₆

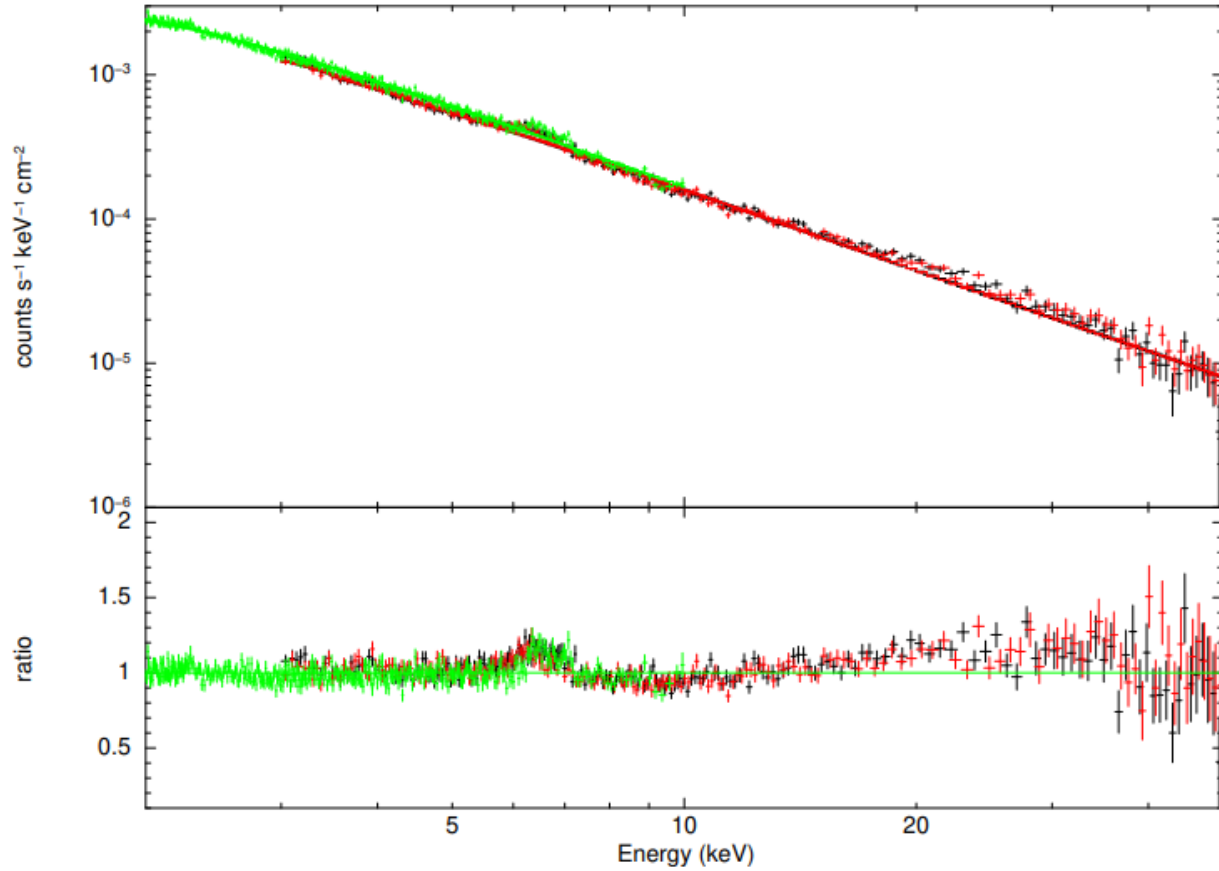
جدول 3 : يمثل قيم نموذج *tbabs *ztbabs * powerlaw* المطبقة على *NuStar* و

$$XMM_{2016} + NuStar$$

حيث أن X^2 هو اختبار احصائي لمقياس جودة الملاءمة بين بيانات الأشعة السينية المرصودة والنموذج، و d.o.f هي عدد درجات الحرية، ولمعرفة ان الملاءمة صحيحة يجب أن تكون النسبة بين X^2 و d.o.f قريبة من الواحد.



الشكل 21 : ملائمة طيف NuStar باستخدام نموذج $\text{tbabs} * \text{ztbabs} * \text{powerlaw}$



الشكل 22 : ملائمة طيفي *NuStar* و *XMM Newton*₂₀₁₆ باستخدام نموذج

$$\text{tbabs} * \text{ztbabs} * \text{powerlaw}$$

عند تطبيق هذا النموذج يظهر لنا خط الحديد عند نطاق 6-7 keV و حدة كومبتون عند $E > 15$

النموذج الثاني (*tbabs *ztbabs (powerlaw+gaussian)*)

و (*tbabs *ztbabs (powerlaw+gaussian+gaussian)*)

قمنا بتطبيق نماذج أخرى وهي (*tbabs *ztbabs (powerlaw+gaussian)*) و *tbabs *ztbabs (powerlaw+gaussian+gaussian)* لملائمة خط الحديد لكنها لم تعطي نتائج جيدة، حسب الإختبارات الإحصائية والتطابق البياني ولم تكن كافية لتفسير البيانات.

النموذج الثالث (*tbabs *ztbabs (cutoffpowerlaw+xillver+relxill)*)

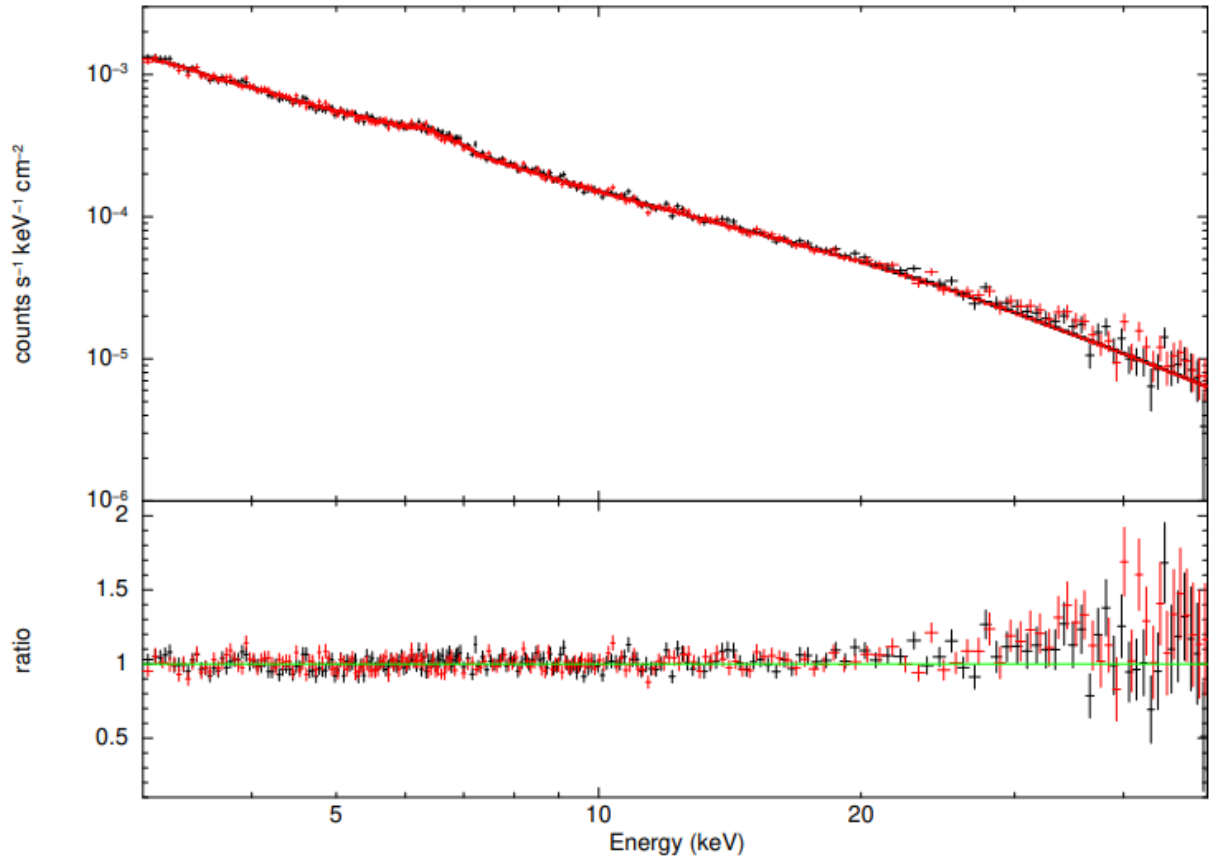
بسبب عدم كفاءة النماذج السابقة في تفسير البيانات الطيفية بالشكل الكافي، قمنا باستعمال نماذج فيزيائية تصف الانعكاسات على قرص التراكم. طبقنا نموذج *constant*tbabs*ztbabs(cutoffpl+xillver+ga)* لملائمة خط الحديد لكن لم نحصل على نتائج جيدة أيضاً، حسب الإختبارات الإحصائية.

لذلك قمنا بتطبيق نموذج (*tbabs *ztbabs (cutoffpowerlaw+xillver+relxill)*) وحصلنا على أفضل معاملات الملاءمة *best fit parameters* التالية :

<i>tbabs *ztbabs (cutoffpowerlaw+xillver+relxill)</i>						Model
d.o.f	X ²	relxill_logξ [erg cm s ⁻¹]	relxill_Incl [deg]	cutoffpl_PhIndex	ztbabs N _H [×10 ²² cm ⁻²]	
2339	2438.03	2.80 ± 0.12	39.6 ^{3.4} _{3.6}	2.11 ± 0.07	0.99 ± 0.4	NuStar

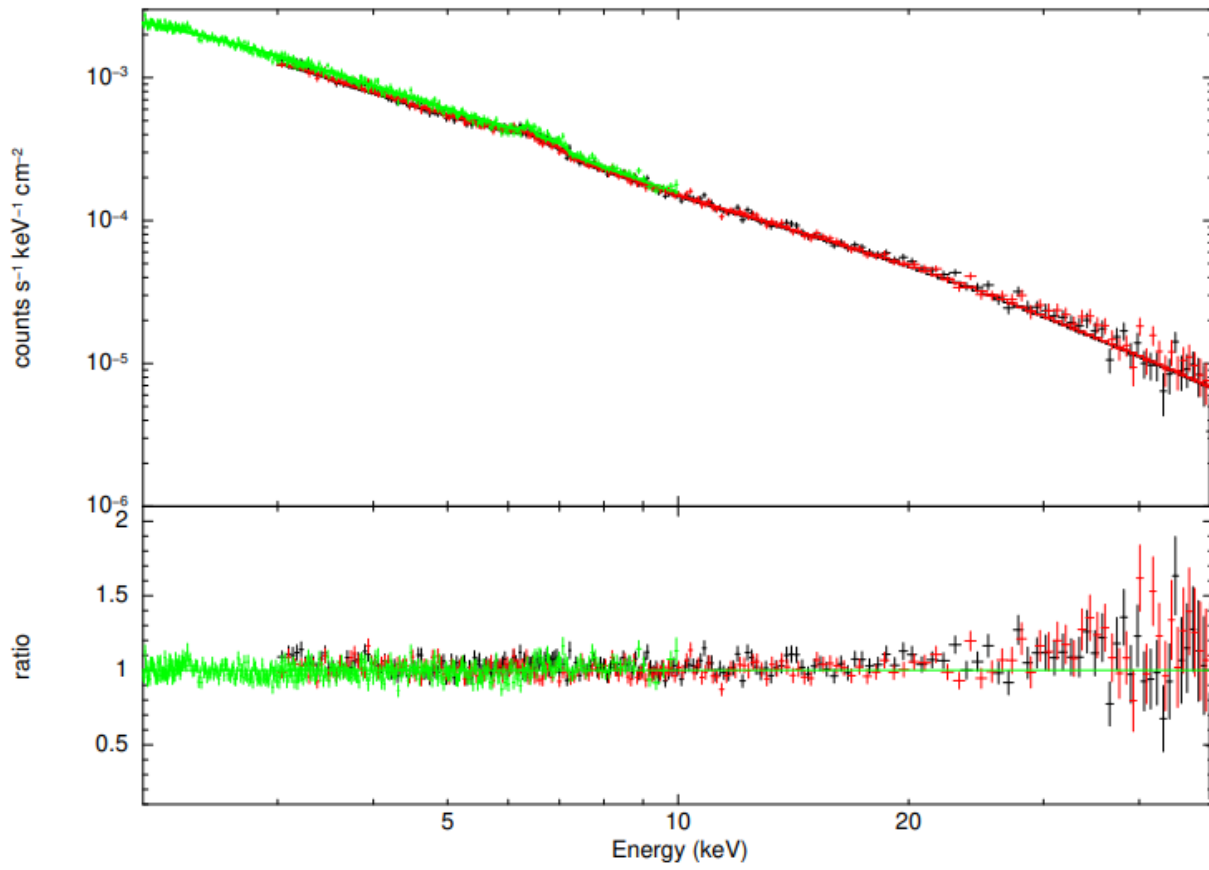
جدول 4 : يمثل قيم نموذج (*tbabs *ztbabs (cutoffpowerlaw+xillver+relxill)*) المطبقة على

NuStar و *XMM₂₀₁₆+NuStar*



الشكل 23 : ملانمة طيف *NuStar* باستخدام نموذج

tbabs *ztbabs (cutoffpowerlaw+Xillver+Relxil)



الشكل 24 : ملائمة طيف $NuStar + XMM_{2016}$ باستخدام نموذج

tbabs *ztbabs (cutoffpowerlaw+xillver+relxill)

6- مناقشة النتائج

في هذا العمل قمنا بملاءمة بيانات مجرة NGC 7314 المرصودة من طرف NuStar لعام 2016، طبقنا النموذج الأولي $\text{tbabs} * \text{ztbabs} * \text{powerlaw}$ ، وذلك لمعرفة أهم الظواهر الفيزيائية في مركز المجرة، وحصلنا على احسن قيم للملاءمة $\text{best-fit parameters}$ ، حيث ان احسن قيمة لملاءمة تحصلنا عليها لكثافة الهيدروجين كانت $N_H = (0.94 \pm 0.22) \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$ ، و مؤشر الطيف $\Gamma = 1.9170 \pm 0.0013$ ، و $\text{norm} = 0.0014 \pm 0.0500$. ثم قمنا باضافة بيانات مرصد XMM Newton لنفس السنة 2016، وحصلنا على احسن قيم لملاءمة $\text{best-fit parameters}$.

احسن قيم لملاءمة كثافة الهيدروجين كانت $N_H = (0.800 \pm 0.042) \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$ ، ومؤشر الطيف

$\Gamma = 1.880 \pm 0.008$ ، و $\text{norm} = 0.0013 \pm 0.0200$ ، كذلك أظهر لنا هذا النموذج خط انبعاث الحديد في نطاق

6-7 كيلو إلكترون فولت و حذبة كومبتون في مجال طاقتي اكبر من 15 كيلو إلكترون فولت. النتائج التي تحصلنا عليها متطابقة مع نتائج Priyanka Rani، حيث وجدت قيمة المؤشر الطيفي $\Gamma = 1.87 \pm 0.01$ و

$\text{norm} = 0.0018 \pm 0.0400$ و $N_H = (0.77 \pm 0.37) \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$ باستعمال بيانات [18] NuStar.

للحصول على معلومات أكثر حول قرص التراكم استعملنا نماذج الانعكاس النسبوي XILLVER و RELXILL، وتحصلنا على احسن قيم لملاءمة باستعمال بيانات مرصد NuStar لكل من لوغاريتم معامل

التأين $\log \xi = 2.80 \pm 0.12 \text{ erg cm s}^{-1}$ ، وميلان قرص التراكم $\text{Incl} = 39.6_{3.6}^{3.4}$.

ثم اضفنا بيانات مرصد XMM Newton للحصول على مجال طاقة أكبر، فكانت قيمة لوغاريتم معامل التأين

$\log \xi = 2.88_{0.08}^{0.1} \text{ erg cm s}^{-1}$ ، وميلان قرص التراكم $\text{Incl} = 41.42_{2.7}^{2.5}$ ، وهذه النتائج متطابقة لدراسات

سابقة ل [19] J. Ebrero حيث وجد $\log \xi = 2.6 \pm 0.1 \text{ erg cm s}^{-1}$ و [20] T. YAQOOB حيث وجد
أن $\text{Incl} = 38_6^{23}$.

يمكن تطبيق نماذج أخرى مثل *pexrav* لملاءمة حدبة كومبتون واستخراج معلومات أكثر منها حيث تم
استعماله من طرف [21] Patrícia da Silva باستعمال أرصاد *XMM*₂₀₁₆ و *NuStar*. وكذلك يمكن
استعمال RELXILLp لمعرفة درجة حرارة قرص التراكم.

الختمة

الخاتمة

بهدف دراسة طيف الأشعة السينية المرصود من مجرة NGC 7314، تطرقنا في هذه المذكرة في الفصل الأول عن مفاهيم عامة حول أنوية المجرات النشطة والثقوب السوداء وكذلك الأشعة السينية، ثم في الفصل الثاني تطرقنا إلى أدوات تحليل البيانات الفلكية ومرصد الأشعة السينية المستعملة في هذه الدراسة.

في الفصل الثالث قمنا بدراسة طيف مجرة NGC 7314 المرصود من طرف مرصدي XMM Newton و NuStar. تم تحليل ومعالجة بيانات XMM Newton باستخدام epcproc في SAS، و بيانات NuStar باستخدام برامجي nupipeline، ثم قمنا بملاءمة هذه البيانات عبر برنامج التحليل الطيفي Xspec بتطبيق نماذج فيزيائية تعكس خصائص قرص تراكم هذه المجرة، حيث قمنا بحساب كثافة الهيدروجين و المؤشر الطيفي و كذلك لوغار يتم التأين وزاوية الميلان الخاصة بقرص تراكم هذه المجرة.

للحصول على معلومات أكثر و دقة أكبر حول مركز مجرة NGC 7314 نحتاج أرصاد أخرى للحصول على بيانات أكثر.

المراجع

- [1] Yin, Jun, Francesca Matteucci, and Giovanni Vladilo. "Chemical evolution of dwarf irregular and blue compact galaxies." *Astronomy & Astrophysics*, July 2011
- [2] Fabian, Andrew C. "Active galactic nuclei." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96.9, avril 1999
- [3] Ehler, H. J. S. Investigating X-ray variability of AGN through spectral and temporal analyses: Mrk 530 & Mrk 335. (Master's thesis). California State University, Northridge.2020
- [4] Universe, Swinburne. Supermassive Black Hole. *Cosmos - The SAO Encyclopedia of Astronomy*.
- [5] [the basics of the broad iron line](#) -02-07-2023-
- [6] [ESA - XMM-Newton overview](#) -17-05-2023-
- [7] [XMM-Newton Science Archive Search](#) -17-05-2023-
- [8] [ESA Sky](#) 02-05-2023-
- [9] [Instrumentation | NuSTAR](#) -17-05-2023-

[10] NuSTAR Observatory Guide (Version 1.0).NuSTAR Science Operations Center, California Institute of Technology, Pasadena, CA NASA Goddard Spaceflight Center, Greenbelt, MD. August 2014

[11] [XspecManual](#)

[12] [relxill | modeling relativistic reflection](#) -27-05-2023-

[13] Thomas Dauser* and Javier Garc'ia. Relativistic Reflection with the relxill model version 2.0 .June 16, 2022)

[14] [fv FITS Viewer](#) -27-05-2023-

[15] [About – SciServer](#) -27-05-2023-

[16] Zoghbi, A., Reynolds, C., Cackett, E. M., Miniutti, G., Kara, E., & Fabian, A. C. Discovery of Fe K α X-ray reverberation around the black holes in MCG-5-23-16 and NGC 7314. The Astrophysical Journal,Avril 2013

[17] [XMM ABC Guide](#) -29-05-2023-

[18]Priyanka Rani .C. S. Stalin and K. D. Goswami. Study of X-ray variability and coronae of Seyfert galaxies using NuSTAR .Jan 2019

[19] J. Ebrero , E. Costantini, J. S. Kaastra, B. De Marco and M. Dadina.Probing the unified model in NGC 7314. Astronomy & Astrophysics.July 2011

[20] Yaqoob, T., Serlemitsos, P. J., Turner, T. J., George, I. M., & Nandra, K. Discovery of rapid variability of the iron K-line profile in the Seyfert galaxy NGC 7314. Astrophysical Journal Letters, Oct 1996.

[21] Patrícia da Silva, R. B. Menezes, Y. Díaz, A. Rodríguez-Ardila, E. Lopez-Navas, P. Arevalo, and L. Hernandez-García. "A closer look at NGC 7314 nuclear region: a multiwavelength analysis of the Seyfert nucleus and its surroundings". Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. avril 2022

الملخص

في هذا العمل قمنا بتحليل البيانات لأطياف الأشعة السينية من NGC 7314. لوحظت الأطياف باستخدام XMM-Newton و NuSTAR. من أجل ملاءمة الأطياف، استخدمنا أداة xspec، وقمنا بتطبيق العديد من النماذج مثل نموذج الامتصاص بين النجوم، ونموذج الانعكاس النسبي... إلخ، وحصلنا على بعض أفضل المعلمات المناسبة لقرص التراكم والإكليل..

abstract

In this work we did data analysis for X-rays spectra from NGC 7314. The spectra were observed using XMM-Newton and NuSTAR. In order to fit the spectra, we used xspec tool, and we applied many models like interstellar absorption model, relativistic reflection model...etc, and we obtained some best fit parameters for the accretion disk and the corona.

résumé

Dans ce travail, nous avons analysé les données pour les spectres de rayons X de NGC 7314. Les spectres ont été observés en utilisant XMM-Newton et NuSTAR. Pour ajuster les spectres, nous avons utilisé l'outil xspec, et nous avons appliqué de nombreux modèles comme le modèle d'absorption interstellaire, le modèle de réflexion relativiste...etc., et nous avons obtenu quelques meilleurs paramètres d'ajustement pour le disque d'accrétion et la couronne.