

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

ميدان: علوم المادة  
فرع: الفيزياء.  
تخصص: فيزياء نظرية



كلية العلوم  
قسم الفيزياء  
رقم: ...../2018.....

## مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر أكاديمي

إعداد الطالب(ة): بوتشيشة سمراء

تحت عنوان

## دراسة الخواص الطيفية للكوزارات

تمت المناقشة يوم 26 / 06 / 2018 أمام اللجنة المكونة من:

رئيسا	جامعة محمد بوضياف بالمسيلة	صهيب مجدل
مشرفا و مقررا	جامعة محمد بوضياف بالمسيلة	سهام قالي
مناقشا	جامعة محمد بوضياف بالمسيلة	سمراء نحاوة
مناقشا	جامعة فرحات عباس بسطيف	نعيمة عمراني

السنة الجامعية: 2018/2017

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# شكر و عرفان

الحمد لله كثيرا... والله أكبر كبيرا ... الذي وفقنا في هذا العمل والصلاة والسلام على الحبيب المصطفى أشرف خلق الله ورسوله إلى كافة العالمين محمد بن عبد الله صلى الله عليه وسلم

من باب الامتنان نتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى كل أساتذة قسم الفيزياء بجامعة المسيلة على تعاونهم وصبرهم معنا طيلة سنوات الدراسة ونخص بالذكر السيدة الأستاذة د. قالي سهام التي تكلمت بطرح فكرة هذا البحث والإشراف عليه والتي لم تبخل علينا بتقديم النصيحة والتوجيه رغم انشغالها جزاها الله عنا كل خير.

والشكر الجزيل إلى الأستاذة محادي عائشة والأستاذ منير الذي يعمل بفرع الشبكات على صبره معي والأستاذة بوتشيشة فاطمة الزهراء.

ونتقدم كذلك بالشكر إلى الطاقم الإداري في قسم الفيزياء لما قدموه من تسهيلات وتعاون في سبيل خدمة العلم.

وجزيل الشكر للأساتذة المناقشين لقبولهم مناقشة مذكرتي

وفي الختام نشكر كل من ساعدنا في إتمام هذا العمل ، ونقول للجميع جزاكم الله عنا كل خير... آمين

# الإهداء

إلى اللذان كانا سبب نجاحي ووصولي إلى ما أنا عليه  
إلى أمي نبع العطف والحنان وسندي في الحياة  
إلى أبي الذي تعب و شقي من أجل راحتي

أهديها إلى كل إخوتي وأخواتي : فتح الدين ، نصرالدين ، عيسى ، فاطمة  
الزهراء ، نور الهدى

إلى كل أخوالي و خالاتي و إلى كل أعمامي و عماتي و أخص بالذكر عمتي  
الغالية سليمة

كما أهديتها إلى صديقاتي : قندوز أحلام ، ناجم إيمان ، فتحي حنان  
إلى السيدة الأستاذة المؤطرة قالي سهام

إلى أخواتي اللواتي لم تلدهن أمي : بن صوشة نجوى ، يتوجي شيماء ، بن يطو هدى ، بن داود  
الخنساء ، حكيمة ، نعجي سلوى

إلى الدكتور مصطفى و زملائي و زميلاتي في الماستر لسنة 2018

و في الأخير إلى كل وسعتهم ذاكرتي و لم تسعهم ورقتي



# فهرس المحتويات

رقم الصفحة	المحتوى
	شكر و عرفان
	إهداء
01	مقدمة .....
<b>الفصل الأول: ماهية الكوزارات</b>	
02	1- تعريف الكوزارات .....
03	2- مصادر طاقة الكوزارات The energy of the quasars sources .....
05	3- أنواع الكوزارات Types of Quasars .....
06	1-3- الكوزار Cygnus A 3C405 .....
06	2-3- الكوزار 3C273 .....
06	3-3- الكوزار 3C48 .....
07	4- فهرس الكوزارات من مسح سلون الرقمي للسماء SDSSQUASASAR-Sloan Digital SKY (Survey Quasar Catalog) .....
07	5- التليسكوبات و المراصد .....
07	1-5- تليسكوب هابل Telescope Hubble .....
07	2-5- مرصد XMM-Newton .....
08	3-5- تليسكوب الأشعة تحت الحمراء Infra-Red Telescope .....
08	4-5- تليسكوبات الراديوية radio-telescopes .....
<b>الفصل الثاني: دراسة أطياف الضوء</b>	
09	1- الأطياف spectra .....
09	1-1- الطيف الكهرومغناطيسي .....
10	1-1-1- الطيف المستمر Continuous Spectrum .....
10	2-1-1- طيف الانبعاث Emission Spectrum .....
10	3-1-1- طيف الإمتصاص Absorption Spectrum .....

# فهرس المحتويات

11	2-1 طيف ذرة الهيدروجين.....
13	2- اتساع (تعريض) الطيف Largeness of Spectrum.....
14	1-2 إزاحة دوبلر Doppler Shift.....
15	2-2 توسع الكون Expansion of The univers.....
15	3- الإنزياح نحو الأحمر Red Shift.....
16	1-3 تعريف ظاهرة الانزياح نحو الأحمر Red Shift.....
16	2-3 الانزياح نحو الأحمر التجاذبي.....
<b>الفصل الثالث: دراسة الخواص الطيفية لبعض الكوزارات</b>	
18	1- تقنيات ملائمة الدوال function ajustement Technique.....
18	1-1 الدوال الخطية Linear function.....
18	2-1 الدوال غير الخطية no linear function.....
19	3-1 طريقة المربعات الصغرى The method of the Lower squares.....
20	4-1 خوارزمية Levenberg-Marquardt The Algorithm.....
21	5-1 برامجي Octave.....
21	2- أطياف الكوزارات.....
21	3- طيف الكوزار 3C273.....
22	1-3 طيف الكوزار 3c273 من (INES) IUE Newly Extracted Spectra.....
23	1-1-3 الخط الطيفي غاما لعنصر الهيدروجين.....
24	2-1-3 الخط الطيفي بيتا لعنصر الهيدروجين.....
24	3-1-3 الخط الطيفي ألفا لعنصر الهيدروجين.....
25	2-3 طيف الكوزار 3C273 من LORIS.....
26	1-2-3 الخط الطيفي غاما لعنصر الهيدروجين.....
27	2-2-3 الخط الطيفي بيتا لعنصر الهيدروجين.....
28	4- طيف الكوزار AMP08279+5255.....

## فهرس المحتويات

29	1-4 الخط الطيفي لعنصر الأزوت المؤين NV.....
30	5- طيف الكوزار PG1634.....
30	1-5 الخط الطيفي لعنصر الكربون C III.....
33	6- مناقشة النتائج.....
34	خاتمة.....
35	الملحق.....
39	قائمة المراجع.....

العقيدة

### المقدمة:

إن الثقوب السوداء لها أهمية بالغة في عالم الفيزياء الفلكية ، نظرا لتواجدها في مراكز معظم المجرات . وعلى الخصوص المجرات ذات الأنوية النشطة (Active galactic nuclei) التي أخذت مجال واسع من الدراسة في علم الفلك ، و ذلك من خلال رصد مختلف الإنبعاثات الصادرة من أنويتها بواسطة مناظير خاصة . سنهتم في مذكرتنا بدراسة أنوية بعض المجرات النشطة وعلى وجه التحديد الكوزارات (Quasars) والتي تمثل محل اهتمام الكثير من الدراسات من أجل استخلاص خواصها الطيفية بالاعتماد على المعطيات التي تم رصدها من خلال التليسكوبات .

الفصل الأول يتناول ماهية الكوزارات ، حيث نتطرق فيها إلى تعريف الكوزارات ، و مصادر طاقتها التي هي من ثقوب سوداء في مراكزها ، وتفصيل بعض خواصها وطرق رصدها باستعمال التليسكوبات والمرصد المختلفة .

أما الفصل الثاني فيتناول دراسة أطياف الضوء التي ركزنا فيها على دراسة المطيافية وكذا أنواع الطيف ، وكمثال أخذنا طيف ذرة الهيدروجين بالدراسة والتحليل . كما سنتطرق إلى اتساع الطيف وأثر كل من ظاهرتي دوبلر Doppler و توسع الكون expansion of univers عليه، وسنتطرق في هذا الفصل أيضا إلى الانزياح نحو الأحمر red shift .

و في الفصل الثالث سنتطرق إلى دراسة الخصائص الطيفية لبعض الكوزارات بالتفصيل لحساب انزياحها نحو الأحمر، حيث سنستعرض طرق الملاءمة ، ثم نقوم باستخراج معطيات أطياف هذه الكوزارات من مواقع المراصد الفلكية ، والقيام بملاءمة الخطوط الطيفية باستعمال دوال رياضية . من أجل حساب الانزياح نحو الأحمر ، السرعة القطرية و بعد الكوزارات عن الأرض .

# الفصل الأول

يتألف الكون من عدد هائل من المجرات، حوالي 2000 مليار حسب آخر التقديرات [1] و تتكون المجرات من السدم (سحب غازية)، ونجوم وكواكب و مذنبات ونيازك و غبار كوني وغازات .

والمجرات يمكن تقسيمها إلى مجرات غير نشطة (no-actives galaxies)، ومجرات نشطة (actives galaxies). المجرات غير النشطة مثل مجرتنا درب التبانة تحوي في مراكزها على ثقب أسود غير نشط [2]. أما المجرات النشطة أو ذات الأنوية النشطة فتنبعث منها كميات عالية جدا من الطاقة و تشمل المجرات الراديوية و مجرات سيفيرت (seyfert)، والكوزارات (quasars)، وهذه الأخيرة سنخصصها بالدراسة في هذا الفصل.

### 1- تعريف الكوزارات :

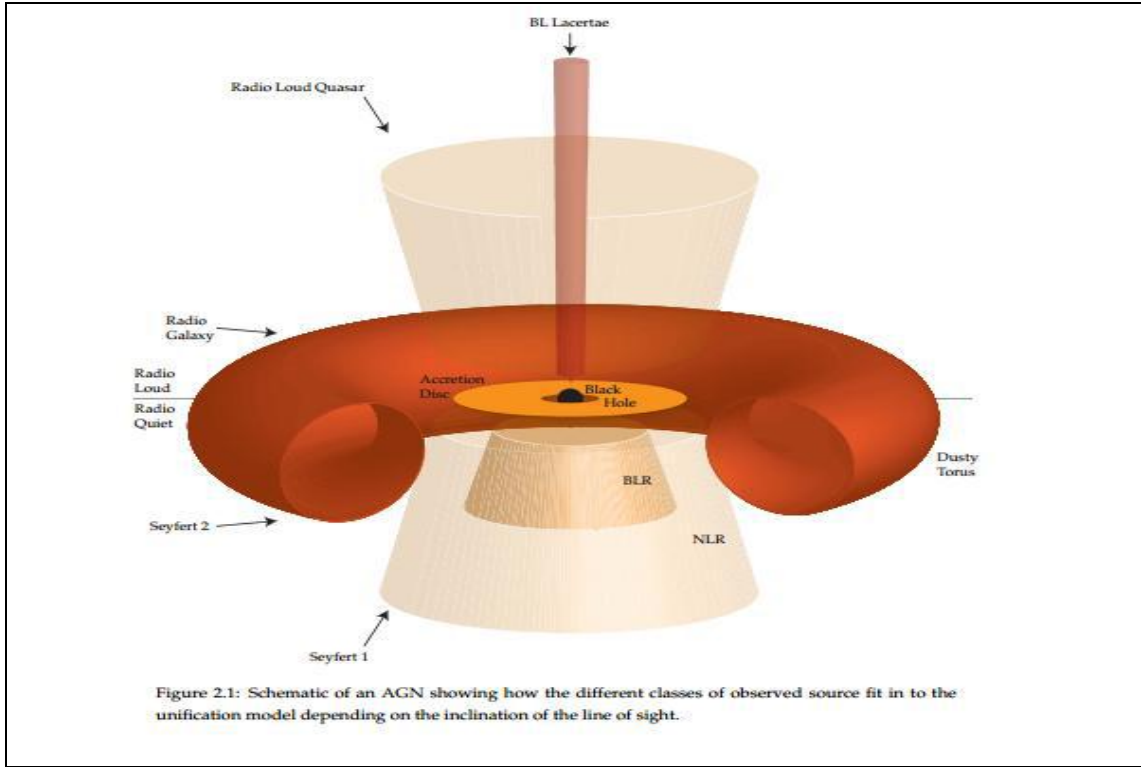
الكوزارات هي الأنوية النشطة للمجرات النشطة، لها إنبعاثات راديوية، و تصدر طاقة عالية جدا تستمدتها من ثقب سوداء توجد بمركزها .

في عام 1963 اكتشفت فئة جديدة من الأجرام تسمى الكوزارات quasars (quasi-stellar radio sources)، والأصل في التسمية يعود إلى أنه عند اكتشافها تم رصد أمواج راديوية ذات مصدر مجهول "radio sources"، و لما تم تحديدها في صور فوتوغرافية في المجال المرئي كانت مثل مصادر ضوئية خافتة تشبه النجوم الخافتة "quasi-stellar"، لما قام الباحثون بدراسات حول الكوزارات وعند تحليل الطيف الخاص بها وجدوها تظهر انزياحات هائلة نحو اللون الأحمر [3].

توجد الكوزارات في حجم لا يتعدى حجم النظام الشمسي لكنها تصدر طاقات عالية، حوالي ألف مرة طاقة مجرتنا درب التبانة التي تحوي بين 200 إلى 400 مليار نجم.

الإشعاعات الصادرة من الكوزارات تمتد على طول الطيف الكهرومغناطيسي من الأشعة السينية إلى الأشعة تحت الحمراء مع ذروة الإصدار في المجال فوق بنفسجي. كما أن بعض الكوزارات تكون مصادر قوية للإشعاعات الراديوية وإشعاعات غاما .

الكوزار يستمد طاقته من ثقب أسود ضخم للغاية قد يكون موجود من وقت مبكر جدا من تاريخ الكون، وخلاف النجوم الحديثة التي تعمل بالطاقة النووية عن طريق الاندماج النووي في قلوبها، فإن طاقة الكوزار تأتي من ثقب أسود مركزي.



الشكل 1-1 يوضح تصنيف المجرات ذات الأنوية النشطة

## 2- مصادر طاقة الكوزارات (sources the energy of the quasars):

السؤال الذي يطرح نفسه هو ما هو نوع ومصدر طاقة الكوزارات ؟

إن مصدر طاقة الكوزارات هو ثقوب سوداء (BlackHoles) ضخمة متواجدة بمراكزها، حيث أن هذه الثقوب لها جاذبية كبيرة حتى الضوء نفسه لا يمكنه الإفلات منها ونتيجة لذلك لا يخرج منها ضوء (فهي مظلمة)، حيث أن للثقب الأسود "أفق" نصف قطره يعادل  $(3 \cdot \frac{10^{12}M}{10^9M_{\odot}})$  متر ويدعى القطر التجاذبي حيث  $M$  كتلة الثقب الأسود و  $M_{\odot}$  كتلة الشمس [4].

إن لمعان (brightness) الكوزار يبلغ في المتوسط  $10^{39}$  واط، ويتغير في أسبوع مما يشير إلى أن حجم المنطقة التي تصدر هذا الإشعاع يبلغ بالتقريب 100 مرة من أفق الثقب الأسود، والسؤال الذي يتبادر للذهن هو كيف لثقب أسود أن يشع؟ [4].

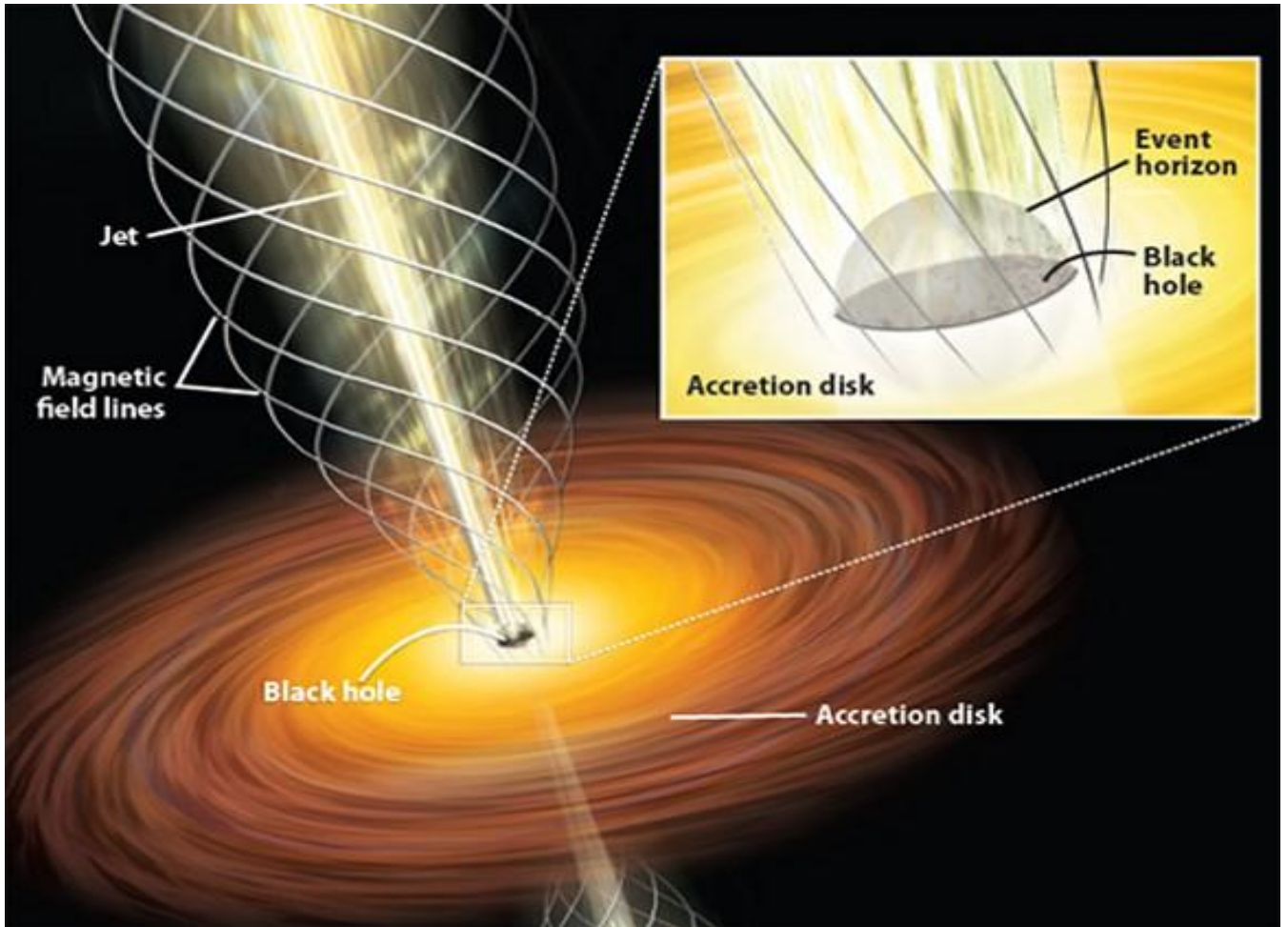
إن الثقب الأسود يقوم بجذب المادة المحيطة به، فتسقط عليه بالضبط مثل نيزك قادم من الفضاء ليسقط على الأرض، النيزك الأبيض يسخن ويتبخر عند تلامسه بالغلاف الجوي، و يشع ثم يصبح جسم رمادي، لكن في حالة وجود ثقب أسود فإن سرعة النيزك، بدلا من أن تكون بضع العشرات من الكيلومترات في الثانية، يمكن أن تصل إلى مئة ألف كيلومتر في

## الفصل الأول : ماهية الكوزارات

الثانية.الثقب الأسود يوجد حوله قرص التراكم الذي يملك طاقة حركية هائلة، حيث تتحول إلى حرارة تشع ، فترتفع الطاقة المشعة قبل أن تخترق المادة الأفق إلى 30% من طاقتها أثناء الراحة ( $E=mc^2$  للأنشتاين)، وعليه فإن كفاءة تحويل الكتلة إلى طاقة أعلى بكثير من التفاعلات النووية في النجوم ، حيث تبلغ 0.7 % وهي لا تتعلق إلا بالنواة المركزية الساخنة جدا، وهذا بالفعل سبب جيد لتفضيل تراكم الثقب الأسود على آليات أخرى لإنتاج الطاقة [4] .

عند سقوط الغاز على أفق الثقب الأسود، يتشكل قرص تراكم ويقوم بإصدار كميات كبيرة من الضوء، يرجح أن العديد من المجرات تمتلك ثقبا أسود فائق الضخامة، لكن يمكن أن يكون هادئ أي لا يلتهم الغاز حيث في الكوزارات نجد عملية تراكم مرتفعة على طول الثقب الأسود[4]، كما هو موضح في الشكل الآتي :

(Credit & ©: Astronomy / Roen Kelly)



الشكل 1-2 يوضح كيفية تشكل طاقة و قرص تراكم الكوزارات

### 3- أنواع الكوزارات (Types of Quasars):

هناك العديد من أنواع الكوزارات التي تم كشفها عن طريق التليسكوبات البصرية عبر محطات الرصد الفلكي المختلفة، والتي تم توثيقها في بيانات وقوائم "كمصنف كمبريدج الثلاثي The third Cambridge Catalog"، وسنعطي بعض الأنواع منها على سبيل المثال لا الحصر في الجدول الآتي [5]:

الملاحظات	الانزياح نحو الأحمر Z	السنة	الكوزار
هو أول من مهّد لمعرفة وجود الكوزارات وخواصها	Z=0.158	1963	الكوزار 3C273
بعد نشر نتائج الانزياح نحو الأحمر لـ 3C273 أدى ذلك إلى إعادة النظر في البيانات الطيفية واكتشاف 3C48.	Z=0.367	1964-1963	الكوزار 3C48
هذا الكوزار الأكثر بعدا في الكون وأول جرم أبعد من المجرة الراديوية	Z=0.545	1965-1964	الكوزار 3C147
هذا الجرم بعيدا جدا.	Z=2.018	1965	الكوزار 3C9
هذا الجرم بعيدا جدا.	Z=2.877	1973-1970	الكوزار 4C05.34
أكثر الأجرام إضاءة	Z = 3.80	/	الكوزار AMP08279+5255
له لمعان راديوي ، وبعيد جدا	Z= 6.12	2008	الكوزار QSO J1427+3312
بعيد جدا	Z=7.085	/	الكوزار ULAS J1120+0641

جدول 1-1 يبين عدد من الكوزارات المأخوذة من قواعد البيانات

بعد ذكر بعض الكوزارات في الجدول السابق باختصار، سنفصل فيما يلي خواص البعض منها:

### 1-3 الكوزار 3C405(Cygnus A):

وهو ذو النفاثات الراديوية الأكثر لمعانا في الفضاء، حيث يقدر طولها بحوالي 160 ألف سنة ضوئية، هذا الطول حسب تقدير الفلكيين يملك شدة راديوية  $10^7$  مرة من المجرات الطبيعية، وعليه يجب أن يكون هذا النجم الغريب فريد، فأطلق عليه اسم الكوزار 3C405، وعن طريق تحليل أطياف الإصدارات الراديوية للكوزار 3C405، إكتشف انزياح كبير نحو الأحمر يعادل سرعة تقدر بحوالي  $14000 \text{ km/s}$ ، ما يعني أن هذا الكوزار يبعد عن الأرض 635 مليون سنة ضوئية ( $194 \text{ Mpc}$ ). حيث أن انزياح الكوزار ACygnus نحو الأحمر يوافق سرعة من رتبة 5 % من سرعة الضوء، ولوحظ أيضا أنه يوجد توزيع للغاز حوله [6].

### 2-3 الكوزار 3C273:

هو أشد الكوزارات لمعانا، ويعدّ أول من مهّد لمعرفة الكوزارات وكذا معرفة خواصها، حيث تم الكشف عنه من قبل العالم الهولندي مارتن شمديت "Maarten schmidt" في عام 1963. تم رصد 3C273 تحيطه سحابة غازية، كتلته 880 مليون كتلة الشمس، حيث أن سرعة الانزياح نحو الأحمر توافق حوالي 16% من سرعة الضوء، فحسب قانون هابل هذا الانزياح يعادل مسافة حوالي 2 مليار سنة ضوئية أي إزاحة تقدر بـ  $Z=0.158$ ، وأثبت طيف 3C273 عند تحليله من قبل مارتن شمديت "Maarten schmidt" أنه هناك أربعة خطوط لطيف هذا الجرم 3C273، هي مجموعة خطوط "بالمر" للهيدروجين لكن لم يكن لها أطوال الموجة المعروفة عند الهيدروجين، حيث كان كل منهم (الخطوط) منزاح بنسبة 16% نحو الأحمر، وعليه تبين أن 3C273 يتكون من كميات كبيرة من الهيدروجين، وأنه يتحرك بسرعة 16% من سرعة الضوء مبتعدا عن الأرض [7].

### 3-3 الكوزار 3C48:

في عام 1960 "ألان Allan" رصد نجم في موضع من أحد المصادر الراديوية عن طريق تليسكوب متخصص، وكان معروفا عنده أن النجوم هي عبارة عن أجسام صغيرة تملك انبعاث راديوي لها كثافة قليلة جدا، على عكس هذا النجم المرصود 3C48 فهو جسم لامع جدا، وله انبعاث موجات راديوية قوي جدا الأمر الذي دعا إلى تسميته الكوزار 3C48 حيث يظهر بمظهر نجمي، عند تحليل طيف هذا الجرم (3C48)، وجد أنه يختلف تماما عن أطياف النجوم والسحب الغازية في الكون، فخطوطه منزاحة نحو الأحمر بنسبة 37%، وبناءا على ذلك اتضح أن 3C48 يتكون من المغنيزيوم، والأكسجين، والنيون وأنه يتحرك بسرعة تعادل 37% من سرعة الضوء مبتعدا عن الأرض، وحسب قانون هابل فإن هذا الجرم يقع على مسافة حوالي 4 مليار سنة ضوئية، أي بمقدار إزاحة  $Z=0.367$ ، حيث أن معدل انبعاث الطاقة من 3C48 يصل إلى مليون شمس [6].

#### 4- فهرس الكوزارات من مسح سلون الرقمي للسماء:

##### ( SDSSQUASASAR-Sloan Digital SKY Survey Quasar Catalog )

يحتوي هذا الجدول على دليل المعطيات، الإصدار 12 (DR12Q) من مسح Baryon Oscillation Spectroscopic Survey (BOSS) الخاص بمسح سلون الرقمي للسماء (SDSS-III)، كما يتضمن دليل الكوزارات المعروفة سابقا (معظمها من SDSS-I و SDSS-II) والتي تمت إعادة مراقبتها بواسطة BOSS. يضم 297-0110 كوزار منها 272-026 هي اكتشافات جديدة منذ بداية SDSS-III.

يحتوي هذا الجدول على دليل الكوزار النهائي الناتج عن خمس سنوات من الملاحظات. يضم الدليل المعروف بـ DR12 Q حوالي 301-297 كوزار منها 184 - 101 تملك  $Z > 2.15$ ، حيث يتوفر فيه تعريف دقيق من الفحص البصري و قياسات منقحة للانزياح نحو الأحمر بناء على نتيجة تحليل أساسي للأطياف. و يحتوي الدليل الحالي على أكثر من 80% كوزار.

MILLIQUAS يحتوي هذا الجدول على دليل مليون كوزار. الإصدار 2.5 (5 أغسطس 2017) وهو عبارة عن خلاصة شاملة لـ 607-208 من النوع الأول من QSOS و AGN، بما في ذلك إطلاق SDSS-DR14.

#### 5- التليسكوبات و المراصد :

لقد قام الباحثون بالعديد من التجارب لتصميم المناظير كإحدى الطرق الفعالة للرصد الفلكي ومعرفة أسرار الفضاء، فكانت البداية بمناظير بسيطة وصولا إلى التليسكوبات الحديثة.

##### 5-1 تليسكوب هابل (Hubble Telescope):

تليسكوب هابل الفضائي هو تليسكوب عاكس يبلغ قطر مرآته 2.4 متر، له دقة توافق 0.06 حيث يكمل دورته حول الأرض كل 90 دقيقة في مدار يصل ارتفاعه 610 كم. بدأ عمله أول مرة عام 1990 حيث وجد أن المرآة الأساسية فيه بها عيب وتم تصحيحه، ويرسل هذا التليسكوب الآن أفضل الصور التي تم التقاطها في الفضاء وبما أنه يدور خارج نطاق الغلاف الجوي فإنه يرى الكون بوضوح كامل ليس فقط على مستوى أطوال الموجات المرئية ولكن أيضا الأشعة فوق البنفسجية و الأشعة تحت الحمراء (قريبة من 1200nm ) [8].

##### 5-2 مرصد XMM-Newton:

مرصد الأشعة السينية (XMM-Newton (x-ray Multi Mission) هو تليسكوب خاص أرسلته الوكالة الأوروبية لأبحاث الفضاء لرصد الكون في مجال الأشعة السينية تم إطلاقه سنة 1990. وظيفته رصد الكون في نطاق الطاقات العالية الصادرة من سقوط مادة على ثقب أسود نجمي، أو الثقوب السوداء فائقة الضخامة في مراكز المجرات ذات الأنوية النشطة

هذا المرصد يقوم برصد طيف الأشعة السينية وإدراجه على شكل ملف بيانات في موقع الويب لدراسته من طرف الباحثين في مجال علم الفلك [9] .

### 3-5 تليسكوب الأشعة تحت الحمراء Infra-Red Telescope :

UKIRT, the United Kingdom Infra-Red Telescope، الأشعة تحت الحمراء هي أشعة غير مرئية لكننا نحسها عن طريق الحرارة الناتجة عنها ، وهي جزء الطيف المجاور للمجال المرئي (visible) (بين 700nm و10000nm)، في هذا المجال من أطوال الموجة، تكون لدينا كاميرات (CCD) مكيفة حيث تملك خدمة الكشف عن الإشعاعات الحمراء (لها حساسية للأشعة الحمراء)، التليسكوب UKIRT (جامع أولي من 3.8m )، يتموضع على MaunaKea، وهو أكثر تليسكوب مخصص تماما للملاحظة في الأشعة تحت الحمراء القريبة (من 2500 إلى 5000nm) وهو مثل تليسكوب مصمم من أجل العمل في الضوء [5].

### 4-5 تليسكوبات الراديوية radio-telescopes :

إن المرآة الثانوية أو المجمع الأولي في أغلب التليسكوبات توقف الضوء أو الإشعاعات الأخرى الناجمة مباشرة من الجرم الملاحظ، حيث تسجل الإشارات الراديوية الملتقطة من الفضاء بنفس مبدأ عمل المرآة العاكسة للضوء المرئي. التليسكوب الراديوي يتكون من عاكس كبير مقعر يركز موجات الراديو بنفس طريقة مرآة التليسكوب الضوئي، له هوائي صغير يعطي طول الموجة عبر التقاط الإشارة لتي تحول للمكبر في الآلة من أجل تسجيلها [6].

من خلال ما سبق التطرق إليه الكوزارات نوى مجرية نشطة لها طاقة هائلة تستمدتها من ثقب سوداء بمراكزها. تصنف الكوزارات إلى أنواع حسب فهرس الكوزارات من مسح سلون الرقمي للسماء، تستعمل مناظير ومرصد متباينة لدراسة مختلف الكوزارات .

# الفصل الثاني

استطاع الباحثون جمع المعلومات عن الأجرام السماوية البعيدة والقريبة (مثل النجوم و المجرات ..... ) من خلال الضوء المنبعث منها. حيث نستطيع عن طريق هذا الضوء المرصود بواسطة التليسكوبات تحديد الخصائص الفيزيائية مثل درجة الحرارة و الضغط والكثافة، والتدفق والطاقة (E) بالإضافة إلى قياس سرعة الجرم ( الكوزار، النجم، المجرات ) واتجاه حركته وكذا معرفة تركيبه الكيميائي ، كل هذه المعلومات نحصل عليها من خلال أجهزة تحليل الضوء (المطيافي spectrometer) التي تحلل الضوء إلى أطياف مختلفة، و هذه الأخيرة سنخصصها بالدراسة في هذا الفصل.

### 1- الأطياف :

الطيف (spectrum) هو عبارة عن مجموعة كاملة من الأمواج الكهرومغناطيسية، وعادة نهتم بدراسة أطياف العناصر المختلفة، نظرا لتمييز كل عنصر كيميائي بطيف يخصه تماما كبصمات الأصابع .

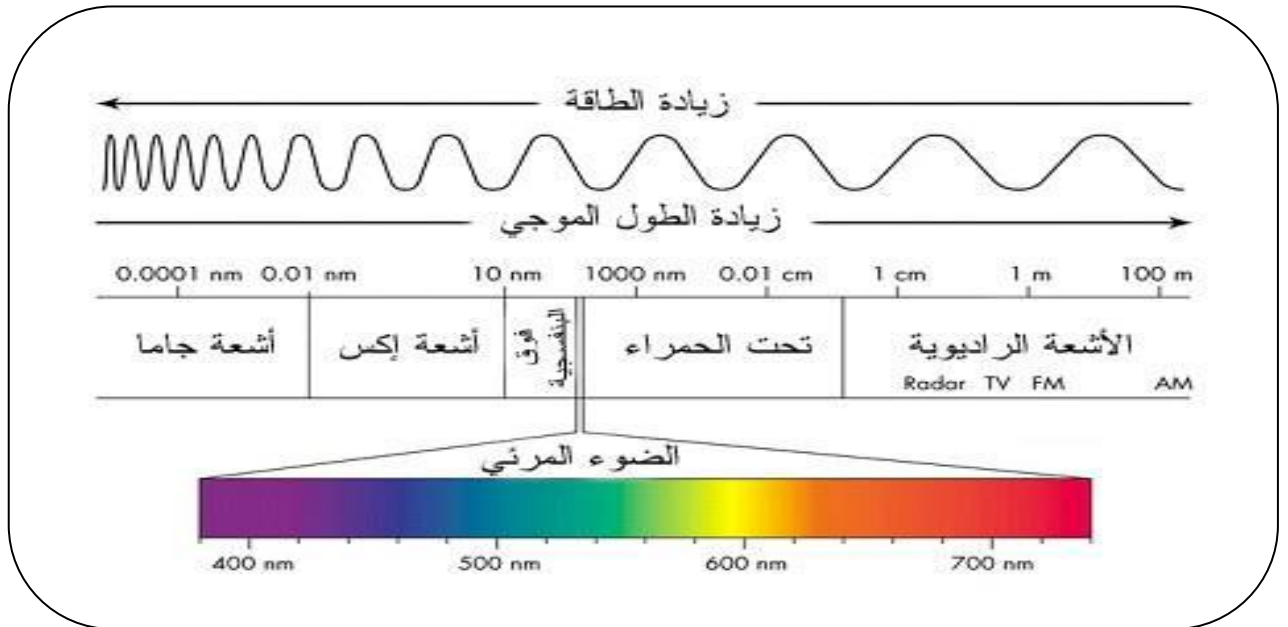
إن كل الذرات والجزيئات تملك بصمة طيفية معينة، فعندما ينكسر ( يتحلل ) ضوء الجرم إلى الألوان المكون منها يتشكل ما يدعى بطيف الجرم. تمتص المواد المختلفة الضوء بأطوال موجية متباينة، وحين يوجه الضوء على هذه المواد تظهر خطوط الامتصاص مما يعني أن هذه المواد امتصت بعض الأطوال الموجية مما يجعل طيف الجرم غير كامل. و بتحليل البصمة الطيفية الكاملة للجرم يمكن تحديد تركيب و حرارة الجرم .

إن دراسة طيف الضوء القادم من مختلف الأجرام السماوية تهدف إلى [10]:

- ❖ دراسة الطيف التي تسمح بتحليل التوزيع الدقيق لارتباط الطاقة بدرجة الحرارة.
- ❖ معرفة خطوط الأطياف التي تسمح باستنتاج التركيب الكيميائي النوعي للجو النجمي وكذا معرفة شروط الإثارة والتأين التي أساسها درجة الحرارة.
- ❖ قياس كثافة خطوط الامتصاص النجمية التي تسمح بتقدير التركيب الكيميائي الكمي، الضغط، درجة الحرارة، جاذبية النجم ، الخطوط الطيفية .

### 1-1 الطيف الكهرومغناطيسي :

إن الطيف الكهرومغناطيسي يتكون من مجموعة من الموجات لها نفس الخصائص إلا أنها في أطوالها الموجية و في تردداتها، وهي على التوالي من أطول إلى أقصر طول موجي، أشعة الراديو وأشعة Micro-onde، والأشعة تحت الحمراء (Infrared)، وأشعة الضوء المرئي Visible، والأشعة فوق البنفسجية UV وأشعة X وأشعة  $\gamma$ .



شكل 1-2 يوضح أقسام الموجات الكهرومغناطيسية

### 1-1-1 الطيف المستمر (Continous Spectrum):

هو الطيف الذي يتم الحصول عليه (على شكل قوس قزح) بعد التحليل المباشر للضوء الصادر من الجسم اللامع. وكل جزء فيه عبارة عن خط طيفي إنبعثي، تصطف هذه الخطوط بجانب بعضها البعض، مكونة الطيف المستمر ذو الألوان الممتدة من الأحمر إلى البنفسجي.

### 2-1-1 طيف الانبعاث (Emission Spectrum):

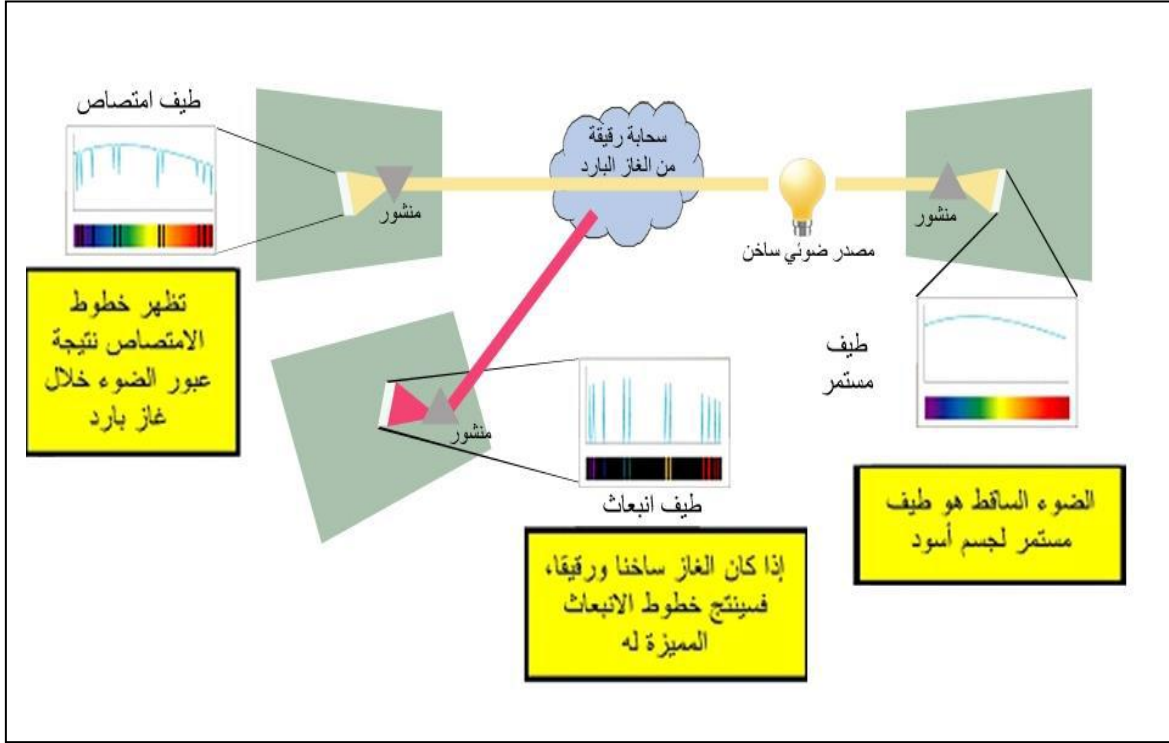
مثال ذلك غاز قليل الكثافة وساخن حيث إذا أسقطنا ضوءا عليه وقمنا بعملية التحليل بموشور الضوء لهذا الغاز، نلاحظ مجموعة من الخطوط المشعة (اللامعة) فنقول أن هذا الطيف يتكون من خطوط انبعاث (الخطوط للامعة). هو لا يملك كل الألوان ولكن فقط البعض منها، حيث أن كل عنصر كيميائي في الحالة الغازية له خطوط طيف ذاتية. وقد أثبتت التجارب أنه عند وجود غازين مختلفين لا يمكن أبدا أن يكون لهما نفس خطوط طيف الإصدار. ومثال ذلك الخطوط الأكثر توهجا للنيون تكون في الجانب الأحمر للطيف لأن مصباح النيون يصدر ضوء أحمر، والزئبق يتميز بخطوط انبعاث تتكثف في المناطق الصفراء، الخضراء، الزرقاء وهذا يشرح اللون المزرق للضوء المنبعث من طرف مصباح التبخر الزئبقي. أما مصباح التبخر للصدوديوم فينتج ضوء أصفر لأن طيف الصوديوم يكون له سيطرة شديدة من طرف خطين في الجانب الأصفر من الطيف [11].

### 3-1-1 طيف الإمتصاص (Absorption Spectrum):

عند تحليل ضوء الشمس يظهر الطيف المستمر المعروف، لكن تتخلله خطوط سوداء، كل خط منها يمثل طولاً موجياً معيناً تم امتصاصه بواسطة الغازات الموجودة في الطبقات الخارجية من الشمس أوفي غلافنا الغازي، تسمى هذه الخطوط بخطوط طيف الامتصاص. ويتم الحصول على طيف الامتصاص بتمرير شعاع ضوئي خلال غاز بارد، هناك علاقة بين

## الفصل الثاني : دراسة أطياف الضوء

خطوط الامتصاص والانبعاث، إذ إن خطوط الامتصاص التابعة لغاز معين تظهر في نفس أماكن خطوط الانبعاث التابعة لنفس الغاز عند تسخينه [12].



### الشكل 2-2 يوضح العلاقة بين أشكال الطيف الثلاث

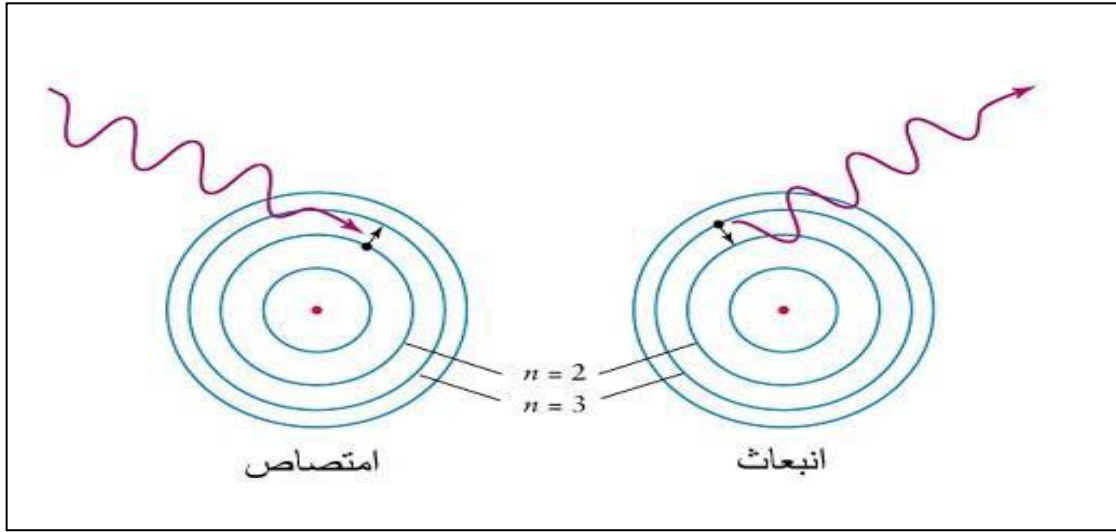
وعليه فإن الدراسات الطيفية مهمة في تحديد التركيب الكيميائي للأجرام السماوية ومعرفة خصائصها الفيزيائية، ولهذا سنأخذ كمثال للدراسة طيف ذرة الهيدروجين

#### 1- 2 طيف ذرة الهيدروجين:

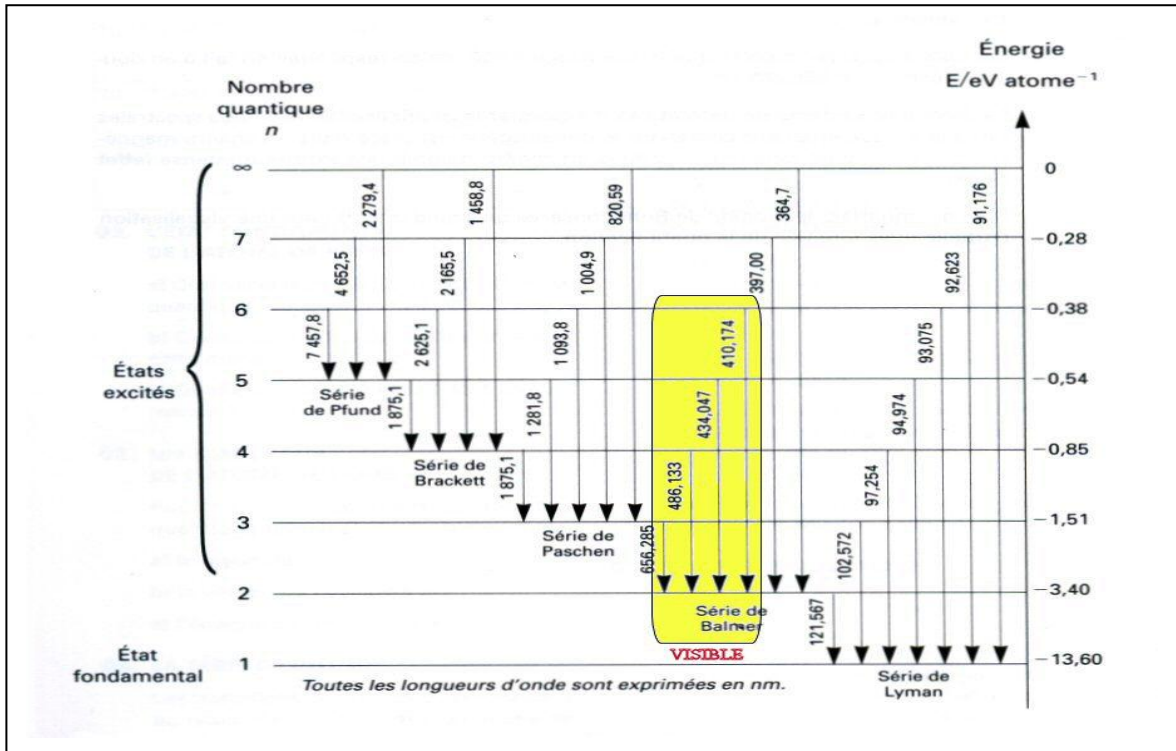
إن الغاز البارد يقوم بامتصاص جزء من طاقة الإشعاع المار به ثم يبعثها مرة أخرى ، حيث تم التوصل إلى هذه الفكرة باعتماد التركيب الذري للعناصر، وقد استخدمت في ذلك ذرة الهيدروجين نظراً لسهولة تركيبها واحتوائها على إلكترون واحد، حيث تمتص ذرة الهيدروجين فوتوناً من الأشعة الساقطة عليها فتنتشر وينتقل الإلكترون إلى مستوى طاقة أعلى، مما يتسبب في نشوء خط امتصاص طيفي ثم تفقد هذه الطاقة أو جزءاً منها ليعود الإلكترون إلى المستوي الأدنى بعد إصدار فوتون متسبباً في نشوء خط انبعاث طيفي طوله الموجي يكافئ فرق الطاقة بين المستويين. ويمكن للإلكترون الانتقال من المستوي الأول إلى مستويات أعلى من المستوي الثاني إذا امتص طاقة أكبر من  $10.19\text{eV}$  نسمي مجموعة خطوط الهيدروجين الطيفية التي تنتج مجموعة ليمان (Lyman) وهي تقع في نطاق الأشعة فوق البنفسجية. أما إذا كان الإلكترون مستقر في المستوي الثاني واكتسب طاقة تكافئ الفرق بين طاقة المستوي الثاني والمستوي الأعلى ، فينتقل للمستويات الأعلى محرراً خطوط امتصاص وعند عودته إلى مستواه الأول يتسبب في ظهور خطوط انبعاث وتسمى مجموعة بالمر (Balmer) وتقع في نطاق الضوء المرئي. كما أن هناك مجموعة باشن (Paschen) التي تحدث نتيجة انتقال إلكترون بين

## الفصل الثاني : دراسة أطياف الضوء

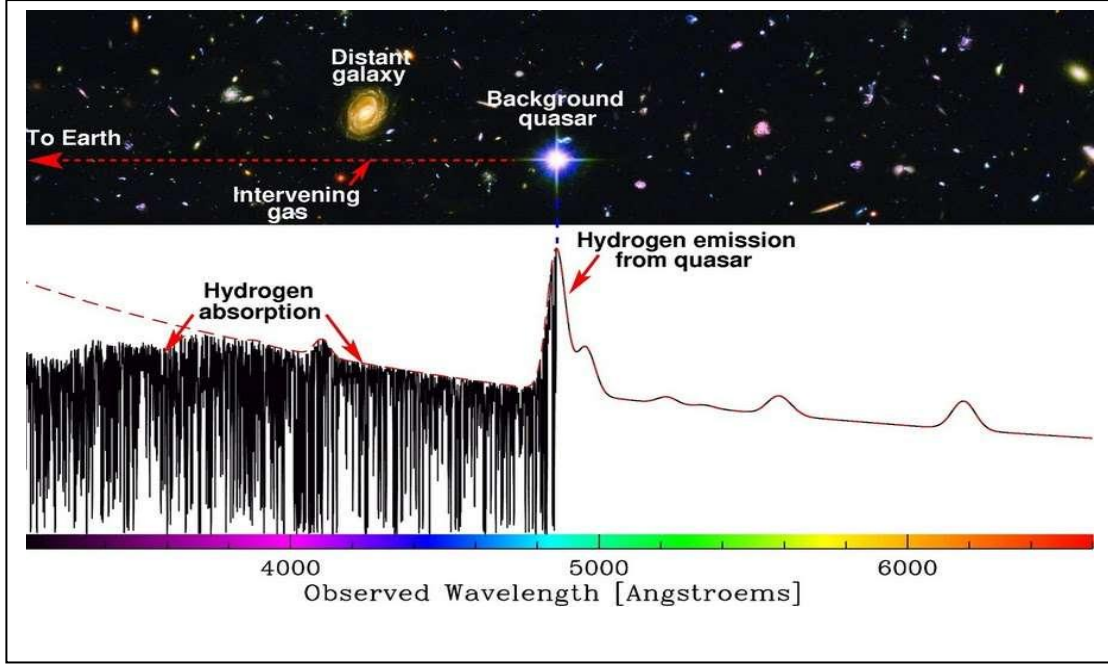
المستويين الثالث والأعلى منه وتقع في نطاق الأشعة تحت الحمراء، في حين أنه إذا كانت الطاقة الساقطة على ذرة الهيدروجين أكبر من 13.6eV فإن الذرة تتحول إلى أيون موجب ويتحرر الإلكترون من الذرة كما هو موضح في الشكل أسفله.



الشكل 2-3 يوضح الامتصاص والانبعاث لذرة الهيدروجين



الشكل 2-4 يوضح الأطوال الموجية لذرة الهيدروجين



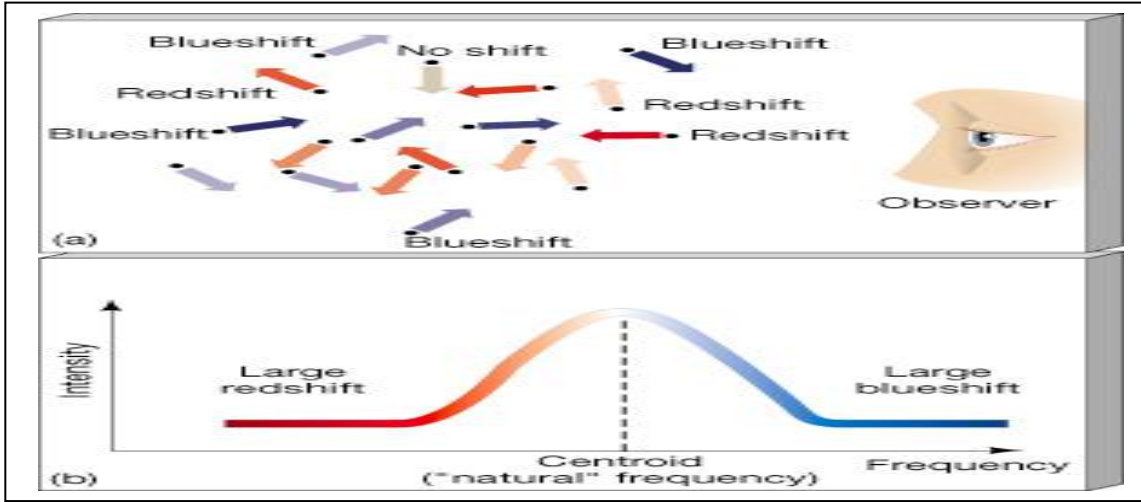
الشكل 2-5 يوضح طيف الكوزار في حالتي الامتصاص و الانبعاث

الشكل أعلاه يمثل طيف الكوزار، حيث نلاحظ أن الفوتونات التي تشكل طيف الإصدار تنبعث من الكوزار لكن في طريقها تعترضها بعض السحب الغازية أين يتم امتصاص جزء من الفوتونات (التي تمثل أطوال أمواجها سلسلة ليमान)، في هذه الحالة يمكننا الطيف من دراسة خواص الوسط بين المجري و كثافة الغاز فيه بالإضافة إلى دراسة الكوزار.

هناك غيوم من الغازات بين الكوزارات و الأرض التي تمتص الأشعة فوق البنفسجية عند طول خط ليमान ألفا للهيدروجين بطول موجي يقدر بـ 122 نانومتر. كما تصدر الكوزارات خط انبعاث ليमान ألفا قوي. لكن السحب الممتصة جميعها بها انزياحات حمراء أصغر من الكوزارات لأن لها مسافات أصغر. نتيجة ذلك تكون خطوط الامتصاص كلها على الجانب الموجي الأزرق أو الأقصر لخط انبعاث الكوزار وهذا ما يبينه أكثر الشكل أعلاه.

## 2- اتساع (تعريض) الطيف (Largeness of Spectrum):

اتساع الخطوط في الطيف يعود لعدة أسباب منها الطبيعة الكوانتية، والدقة المتناهية لكل الخطوط. يسمى ذلك اتساع طبيعي وهذا ما نقول عنه إستقرارية الحالات المثارة، إذا كانت مدة الحياة للحالة المثارة هي  $\Delta t$ ، فمبدأ الشك يفترض أنه  $\Delta t \times \Delta E > h$ ، حيث  $\Delta t$  جد صغير و  $\Delta E$  كبير، تشتت الطاقة  $\Delta E$  يعني إذن تشوش الوضوح في الخط الطيفي. فمثلا ذرتين انبعثتهما لا ينتج بالضبط نفس الخط، لكن تكون الخطوط منحرفة بالنسبة للقيمة المركزية بدلالة  $\Delta E$ ، وعليه تراكم كل الخطوط المنتجة من طرف العديد من الذرات يعطي إذن خط تجمعي عريض [13].



الشكل 2-6 يوضح تغير الطول الموجي تبعاً لاقتراب الجسم أو ابتعاده عن الراصد و اتساع الخط الطيفي

إذن نقصد باتساع الطيف الانزياح الذي يحدث على مستوى خطوط الطيف بسبب حركة أي جرم سماوي ابتعاداً أو اقتراباً، ولشرحه بدقة نتطرق لظاهرتي دوبلر (Doppler)، وتوسع الكون (Expansion of the univers).

## 1-2 إزاحة دوبلر (Doppler Shift):

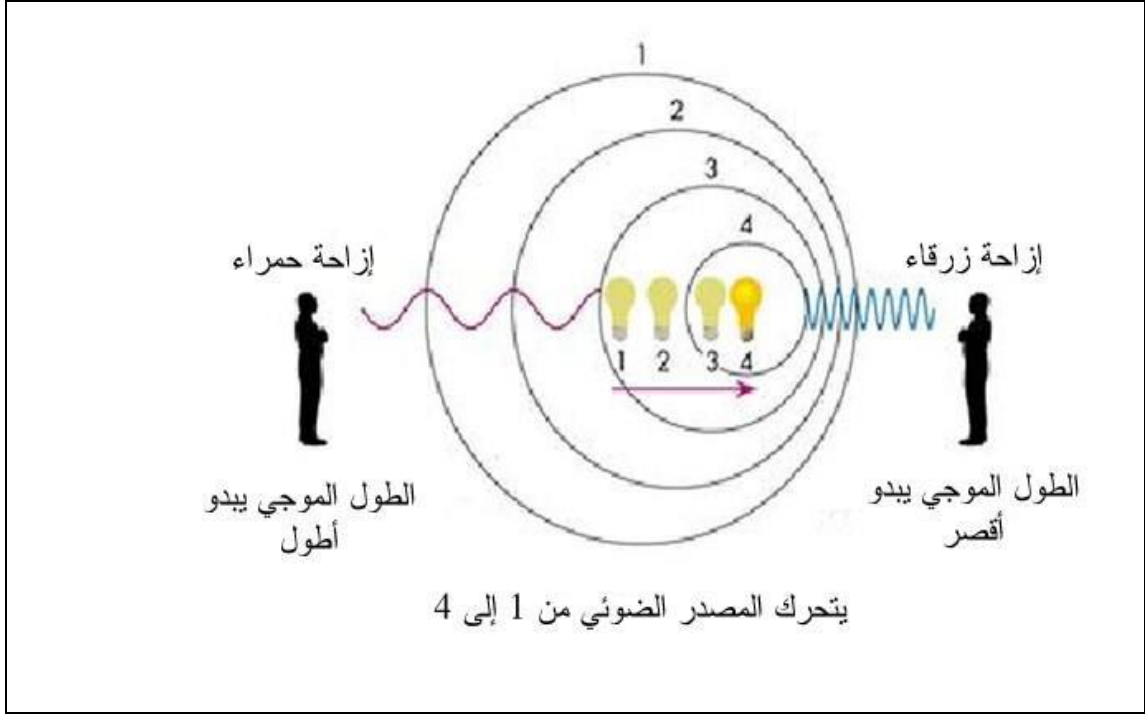
عند مرور سيارة ما نلاحظ أنه باقترابها تزداد شدة الصوت وبمجرد ابتعادها تتناقص حدة الصوت، هذه الظاهرة درست لأول مرة من طرف كريستيان دوبلر (Christian Doppler) عام 1842. و نقصد بها قياس مقدار الإزاحة في خطوط الطيف (doppler shift) التي تعطي تقدير السرعة الخطية للجرم، وكما هو موضح في الشكل أدناه [8] لو أن مصدر مشعا يتحرك باتجاه الراصد، فإن الموجات الصادرة منه سوف تتقارب وستقصر أطوال خطوطه الطيفية ويكون عندها لدينا إزاحة زرقاء (blue shift)، أما في الجهة المقابلة للراصد يلاحظ أن الموجات تتباعد مما يتسبب في زيادة الطول الموجي للخطوط الطيفية وتكون الإزاحة حمراء (red shift) ويمكن حساب السرعة القطرية ( $v_r$ ) من العلاقة الآتية :

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v_r}{c} \dots \dots \dots (1.2)$$

❖  $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$  التغير في الطول الموجي موجب معناه الجرم والراصد يبتعدان عن بعضهما البعض والعكس حين يكون سالب، حيث  $\lambda_0$  الطول الموجي الحقيقي للخط الطيفي المقاس في المختبر و  $\lambda$  الطول الموجي المرصود.

❖  $\lambda > \lambda_0$  معناه تباعد أي أحمر .

❖  $\lambda < \lambda_0$  معناه تقارب أي أزرق.



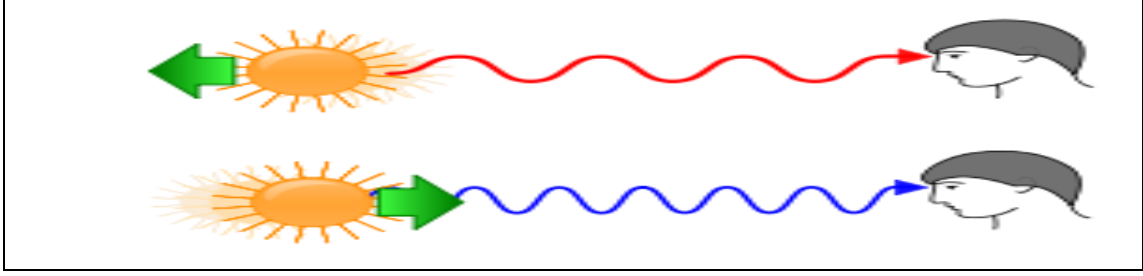
الشكل 2-7 يوضح تغير الطول الموجي تبعاً لاقتراب الجسم أو ابتعاده عن الراصد

## 2-2 توسع الكون (Expansion of The univers):

وهي الظاهرة التي نراها في الكون بالتباعد المتبادل للمجرات، أو ما يعرف بسرعة تباعد المجرات عن بعضها البعض. وقد اكتشفت هذه الظاهرة من طرف العالم ادوين هابل (Edwin Hubbe) الذي وجد أن معظم المجرات تبتعد عن مجرتنا، و للفهم الدقيق نأخذ كمثال عن توسع الكون، بالون (من المطاط) مفرغ من الهواء ونقوم بوضع إشارات بالقلم في مواضع متباينة منه، وأثناء عملية ملئ البالون بالهواء نلاحظ تباعد تلك العلامات عن بعضها البعض، فإذا اعتبرنا أن تلك الإشارات هي النجوم والمجرات والبالون هو الكون ستنتضح جلياً فكرة توسع الكون [8].

## 3- الإنزياح نحو الأحمر Red Shift :

إن الضوء الأبيض مكون من موجات لها أطوال موجية مختلفة، حيث إذا مر هذا الضوء خلال السحاب تحللت موجاته، وأصبحت على صورة قوس قزح ويحدث الأمر نفسه إذا مررنا الضوء عبر موشور زجاجي، حيث سنلاحظ تكون طيف الألوان المعروفة بحيث يكون أحد الأطراف باللون الأحمر والطرف الآخر باللون البنفسجي، يملك اللون الأحمر أكبر طول موجي على عكس البنفسجي، فإذا كان الضوء يميل إلى الأزرق فهذا يعني أن مصدره يتحرك مقترباً على عكس الأحمر الذي يكون مصدره مبتعداً عنا و هو ما يوضحه الشكل الموالي :



### الشكل 2-8 يوضح ظاهرة الانزياح نحو الأحمر

عندما تمر بنا سيارة مسرعة، فإننا نسمع انخفاضا في حدة الصوت، ما يحدث هو أن طول موجات الصوت التي تصلنا تمدد مع ابتعاد مصدر الصوت والأمر نفسه بالنسبة لموجات الضوء المنبعث من المجرة المبتعدة، حيث هذا التمدد يترجم بالانزياح نحو الأحمر الذي يمكن قياسه من خلال التغيرات في الخطوط الطيفية .

إن أول من استخدم مصطلح الانزياح نحو الأحمر كان عالم الفلك هابل "Hubble" حيث كان يراقب المجرات المحيطة بنا والمجرات الموجودة في أعماق الكون، فلاحظ أن المجرات القريبة لها انزياح نحو الأحمر بشكل طفيف على عكس تلك التي تبتعد عنا، التي تظهر أطيفا منزاحة إلى الأحمر بشكل كبير، وتزداد هذه الإزاحة بتزايد بعدها عن الأرض لأن الكون في حالة توسع مستمر.

### 1-3 تعريف ظاهرة الانزياح نحو الأحمر red shift:

يحدث الانزياح نحو الأحمر عندما يكون الضوء المرئي المنبعث من الأجرام متجها إلى طرف الطيف الأحمر. وعليه فإن الانزياح إلى الأحمر هو قياس زيادة أطول الأمواج المنبعثة من مصدر يبتعد عن الكاشف (الراصد أو الملاحظ). هذه الزيادة يقابلها انخفاض في التردد لأن هناك علاقة عكسية بين الطول الموجي والتردد، حيث يستخدم الانزياح نحو الأحمر في معرفة تباعد المجرات وكذا توسع الكون.

بفضل الإزاحة الحمراء استطاع علماء الفلك معرفة اتجاه دوران المجرات التي نراها من جانبها فقط حيث تظهر لنا تلك المجرات على شكل قرص يدور حول محور عمودي على مركزه ونراه فقط من الجانب، وعليه فإن جزء المجرة الذي يدور في اتجاه الأرض يظهر انزياح نحو الأزرق على عكس الطرف الذي يدور في اتجاه يبتعد عن الأرض يظهر انزياح نحو الأحمر.

### 2-3 الانزياح نحو الأحمر التجاذبي :

يرمز الفيزيائيين [14] للانزياح نحو الأحمر بـ  $Z$ ، وهو التغير الجزئي لطول موجة الاشعاع.

$$z = \frac{\lambda_e - \lambda_o}{\lambda_o} \dots \dots \dots (2.2)$$

## الفصل الثاني : دراسة أطياف الضوء

$\lambda_0$  : طول موجة الاشعاع الكهرومغناطيسي (فوتون) عند القياس في المصدر.

$\lambda_e$  : طول موجة الاشعاع (الفوتون) الذي يقيسه المشاهد .

لما يتحرك المصدر بسرعة أقل بكثير من سرعة الضوء، فيمكننا استعمال التقريب التالي:

$$z = v/c \dots \dots \dots (3.2)$$

أما عندما يتحرك المصدر بسرعة قريبة من سرعة الضوء فيجب استعمال العبارة :

$$z + 1 = \sqrt{\frac{c + v}{c - v}} \dots \dots \dots (4.2)$$

ويمكن حساب الانزياح نحو الأحمر التجاذبي بواسطة النظرية النسبية كما يلي:

$$z = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{r_s}{r}}} \dots \dots \dots (5.2)$$

حيث نصف قطر شواتز شيلد (Schwarzschild) هو:

$$r_s = \frac{2GM}{c^2} \dots \dots \dots (6.2)$$

$G$  : ثابت الجاذبية طبقا لنيوتن،  $M$ : كتلة الجرم التجاذبي،  $c$ : سرعة الضوء.

$r$  : البعد عن مركز الكتلة المسببة للجاذبية.

طبقا لقوانين نيوتن للحركة، أي عندما تكون المسافة  $r$  كبيرة مقارنة بنصف قطر

شواتز شيلد ( $r_s$  Schwarzschild) فيصبح الانزياح نحو الأحمر هو:

$$z_i = \frac{1}{2} \times \frac{r_s}{r} = \frac{GM}{c^2 \times r} \dots \dots \dots (7.2)$$

إذن من خلال ما سبق التطرق إليه في هذا الفصل نستنتج أن تحليل الأطياف يلعب دور فعال في إعطاء الكثير من المعلومات المهمة حول الأجرام السماوية، خاصة في ما يتعلق بطبيعة تكوينها وكذا تحديد سرعتها ومسافة بعدها عن الأرض.



# الفصل الثالث

في هذا الفصل سوف نقوم بدراسة الخواص الطيفية لبعض الكوزارات. نتعرف أولاً على طرق الملازمة التي تمكننا من حساب أطوال الأمواج المرصودة من خلال استعمال طرق رياضية تسمح لنا بـ " مطابقة " بعض الدوال الرياضية مع المعطيات الطيفية المرصودة.

سنقوم بأخذ المعطيات من مواقع المرصد الفلكية، والقيام بملاءمة الخطوط الطيفية باستعمال دوال رياضية. وهذا من أجل استخراج أطوال الأمواج المرصودة و مقارنتها بأطوال الأمواج المقاسة في المخبر لحساب الانزياح نحو الأحمر، السرعة القطرية و بعد الكوزارات عن الأرض .

## 1- تقنيات ملازمة الدوال : Function Ajustement Technique

إن الهدف من هذه التقنيات هو البحث عن الدالة الرياضية (نموذج) التي تعطي أفضل ملازمة أو تطابق مع النقاط التجريبية (القياسات من إشارة معينة). حيث لما تكون لدينا معطيات معينة نبحث عن أحسن دالة رياضية يمكن أن تمثلها، فنستعمل تقنيات الملازمة حيث نكتب الدالة باستعمال عدة وسائط، ونبحث عن أحسن قيم لهذه الوسائط، للحصول على أحسن ملازمة (تقارب) بين الدالة والمعطيات. ومن أمثلة الدوال الرياضية الدوال الخطية والدوال غير الخطية [15].

### 1-1 الدالة الخطية Linear function

لتكن الدالة  $f$  ذات  $m$  وسيط حيث : (1.3)  $y_i = f(x_i, p_1, p_2, \dots, p_m)$

نقول عن الوسائط  $p_k$  أنها خطية إذا كان مشتق الدالة  $f$  بالنسبة لـ  $p_k$  مستقل عن  $p_k$  أي :

$$\frac{df(x_i, p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_m)}{dp_k} = g(x_i, \dots, p_k, \dots) \dots \dots \dots (2.3)$$

إذا كانت الوسائط  $p_k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) خطية نقول عن الدالة  $f$  أنها خطية .

**مثال 1:** لدينا الدالة الثابتة  $y_i = f(x_i) = a_0$   $\iff$   $\frac{df(x_i)}{da_0} = 1$  إذن نتيجة الاشتقاق مستقلة عن الوسيط  $a_0$  .

**مثال 2:** لدينا الدالة  $y_i = f(x_i) = a_0 + a_1 x_i$   $\iff$   $\frac{df(x_i)}{da_0} = 1$  و  $\frac{df(x_i)}{da_1} = x_i$  إذن نتيجة الاشتقاق مستقلة عن الوسيطين  $a_0$  و  $a_1$  على التوالي.

### 2-1 الدالة غير الخطية no linear function

لتكن الدالة  $f$  ذات  $m$  وسيط حيث : (3.3)  $y_i = f(x_i, p_1, p_2, \dots, p_m)$

نقول عن الوسائط  $p_k$  أنها غير خطية إذا كان مشتق الدالة  $f$  بالنسبة لـ  $p_k$  مرتبط بـ  $p_k$  أي :

$$\frac{df(x_i, p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_m)}{dp_k} = g(x_i, \dots, p_k, \dots) \dots \dots (4.3)$$

إذا كانت الوسائط  $p_k$  ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) غير خطية نقول عن الدالة  $f$  أنها غير خطية.

مثال: لدينا الدالة الثابتة  $y_i = f(x_i) = a_0^2$   $\iff$   $\frac{df(x_i)}{da_0} = 2a_0$  إذن نتيجة الإشتقاق غير مستقلة عن الوسيط  $a_0$ .

$\iff$  إن كثير الحدود (polynôme) هو أحسن مثال عن دالة خطية. ليكن كثير الحدود من الدرجة  $(m - 1)$  حيث:

$$y_i = p(x_i) = \sum_{k=0}^{m-1} a_k x^k \dots \dots (5.3)$$

المعاملات  $a_k$  خطية ونكتب كثير الحدود بالشكل :

$$y_i = p(x_i) = \sum_{k=0}^{m-1} \frac{dp(x_i)}{da_k} a_k \dots \dots (6.3)$$

حيث  $d$  هو المشتق الجزئي.

### 3-1 طريقة المربعات الصغرى The method of the Lower squares :

ليكن لدينا  $\frac{dx^2}{dp_k} = 0$  من أجل ( $k = 1, 2, \dots, m$ ) وليكن لدينا :

$$\frac{d[\sum_{i=1}^N w_i (y_i - \sum_{j=1}^m \frac{df_i}{dp_j} p_j)^2]}{dp_k} = 0 \dots \dots (7.3) ; k = 1, \dots, m$$

إذن :  $\sum_{i=1}^N w_i \frac{df_i}{dp_k} y_i = \sum_{i=1}^N w_i \frac{df_i}{dp_k} (\sum_{j=1}^m \frac{df_i}{dp_j} p_j) \dots \dots (8.3) ; k = 1, \dots, m$

$$= \sum_{j=1}^m p_j (\sum_{i=1}^N w_i \frac{df_i}{dp_k} \frac{df_i}{dp_j}) \dots \dots (9.3) ; k = 1, \dots, m$$

حيث  $w_i = \frac{1}{\sigma_i^2}$  و  $\sigma_i$  الخطأ على القياس  $y_i$ .

إذن نستخدم طريقة المربعات الصغرى لتحديد قيم الوسائط وذلك كما يلي [15]:

▪ بالنسبة للدالة الثابتة (10.3)  $y_i = f(x_i) = a_0$  يكون :

$$\frac{df(x_i)^2}{da_0} = \frac{d[\sum_{i=1}^N (\frac{y_i - a_0}{\sigma_i})^2]}{da_0} = 0 \dots \dots \dots (11.3)$$

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^N w_i y_i}{\sum_{i=1}^N w_i} \dots \dots \dots (12.3)$$

▪ بالنسبة لدالة مستقيم  $y_i = f(x_i) = a_0 + a_1 x_i \dots \dots (13.3)$  يكون:

$$\frac{dx^2}{da_0} = \frac{dx^2}{da_1} = 0 \dots \dots \dots (14.3)$$

$$a_1 = \frac{\langle xy \rangle - \langle x \rangle \langle y \rangle}{\langle x^2 \rangle - \langle x \rangle^2} = \frac{cov(x, y)}{var(x)} \dots \dots \dots (15.3)$$

$$a_0 = \langle y \rangle - a_1 \langle x \rangle \dots \dots \dots (16.3)$$

#### 4-1 خوارزمية Levenberg-Marquardt :The Algorithm

هذه الطريقة تعتمد بالأساس على نشر تايلور من الرتبة الأولى كمايلي:

$$f(x_i, p_1, \dots, p_m) = f(x_i, p_1^{(0)}, \dots, p_m^{(0)}) + \sum_{j=1}^m \frac{df(x_i)}{dp_j^{(0)}} (p_j - p_j^{(0)}) \dots (17.3)$$

إذن:  $y_i = f(x_i, p_1^{(k)}, \dots, p_m^{(k)}) + \sum_{j=1}^m \frac{df(x_i)}{dp_j^{(k)}} (p_j^{k+1} - p_j^{(k)}) \dots \dots \dots (18.3)$

هذه الخوارزمية تسمح بتوفير حلا عدديا لمشكلة تحسين الدالة، هذه الأخيرة تكون غالبا غير خطية، أي مرتبطة بعدة متغيرات، وتطبيقه الأساسي هو الانحدار الخطي من خلال طريقة المربعات الصغرى [15]:

يكون بإعطاء عدد من المعطيات الزوجية  $(y_i, t_i)$ ، حيث نبحت عن الوسيط  $a$  للدالة  $f(t|a)$  بحيث يكون مجموع الانحرافات مربع:

$$s(a) = \sum_{i=1}^m [y_i - f(t_i|a)]^2 \dots \dots \dots (19.3)$$

نستنتج من خلال ما سبق ذكره أن النموذج الخطي لا يتعامل مع جميع المشاكل العملية، بينما النموذج الغير الخطي له وصف أكثر واقعية للظواهر الفيزيائية المدروسة، وهو يستخدم في الحسابات المعقدة، حيث يتم تحديد وسائط النماذج الرياضية باستخدام برامج الإحصاءات.

## 5-1 برامجي octave:

Octave برامجي حر ومفتوح يمكن استعماله للبرمجة و الحساب الرقمي وإنشاء المنحنيات[16].

يمكن تحميله من الموقع <https://www.gnu.org/software/octave> وتثبيته على مختلف أنظمة التشغيل. من أجل القيام بالملاءمة التي تعتمد على طريقة المربعات الصغرى لإيجاد أحسن قيم لوسائط الدالة المستعملة لوصف المعطيات، نستعمل البرنامج الجزئي *leasqr.m*.

## 2- أطيف الكوزارات :

إن أطيف الكوزارات يمكن تحميلها من مختلف قواعد البيانات الفلكية.

الموقع <http://isdc.unige.ch/3C273> يمنح عدد كبير من معطيات رصد الكوزار 3c273 بأفضل تغطية منذ 40 سنة من القياسات من نطاق الراديوي إلى الإشعاعات  $\gamma$  ، حيث عند الدخول إليه تظهر صفحة معلومات عن هذا الكوزار بعنوان "3c273'sDatabase"، تتضمن مختلف البيانات المتمثلة في جدول المعطيات، ومنحنيات الضوء في النطاقات المختلفة (الراديوي، تحت الحمراء IR، فوق البنفسجية UV، أشعة  $\gamma$  ، ...)، نقوم بتحميل ملف معطيات الكوزار 3c 273 [17].

سندرس خطوط الهيدروجين المزاحة و نبحت عن مقدار الانزياح انطلاقا من أطوال الخطوط المعروفة في المخبر (غاما  $\lambda_0 = 5010\text{\AA}$  ، بيتا  $\lambda_0 = 5630\text{\AA}$  ، ألفا  $\lambda_0 = 7600\text{\AA}$ )، وسندرس خط الأزوت المؤين NV المزاح و نبحت عن مقدار الانزياح انطلاقا من طول الخط المعروف في المخبر  $\lambda_0 = 1241\text{\AA}$  و سندرس خط الكربون CIII المزاح و نبحت عن مقدار الانزياح انطلاقا من طول الخط المعروف في المخبر  $\lambda_0 = 1909\text{\AA}$  .

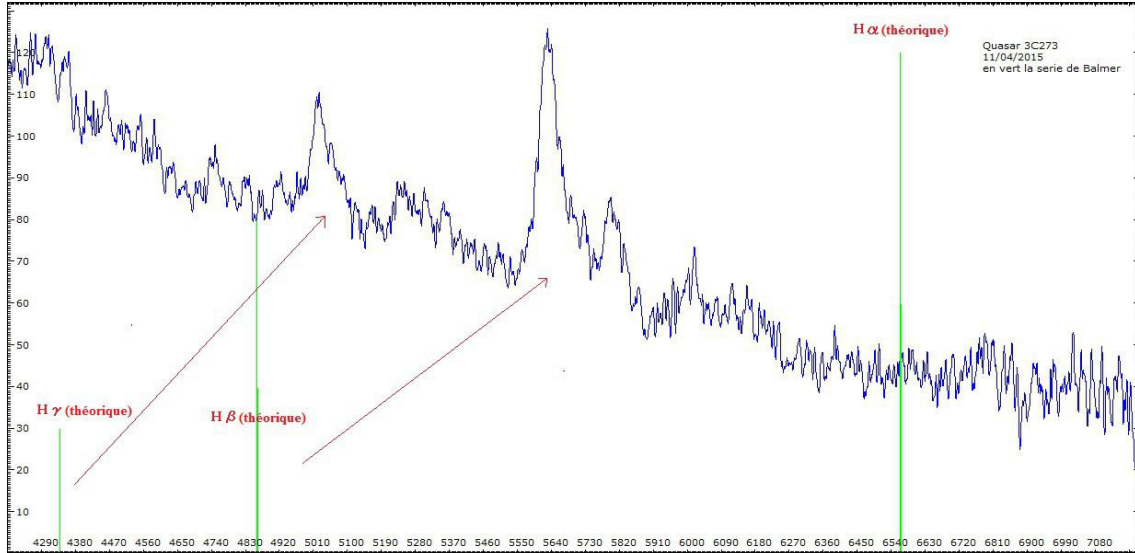
## 3- طيف الكوزار 3C 273:

نأخذ كمثال أول طيف الكوزار 3c 273 [17]، و هو أحد أفضل النوى المجرية النشطة (AGN) في جميع النطاقات الطيفية، حيث يصدر أشعة على طول كل الطيف الكهرومغناطيسي ، و يشاهد 3c273 بواسطة التليسكوب كنقطة لامعة تقع في مركز مجرة إهليجية.

دراسة الكوزار 3c273 باستعمال عدة مراصد و تليسكوبات من خلال أنواع مختلفة من المطيافيات. لدراستنا نستعمل مصدرين، الأول هو قاعدة البيانات من تلسكوب *International Ultraviolet ; Explorer Satellite (IUE)* و المصدر الثاني هو مطيافي *LORIS (LOWResolution Imaging Spectrograph)*.

ملحق بمنظار فلكي *lunette Takahashi de 128mm de diamètre*، التفاصيل التقنية للرصد و المعايرة متوفرة في الرابط <http://www.astrosurf.com/buil/us/loris.htm>

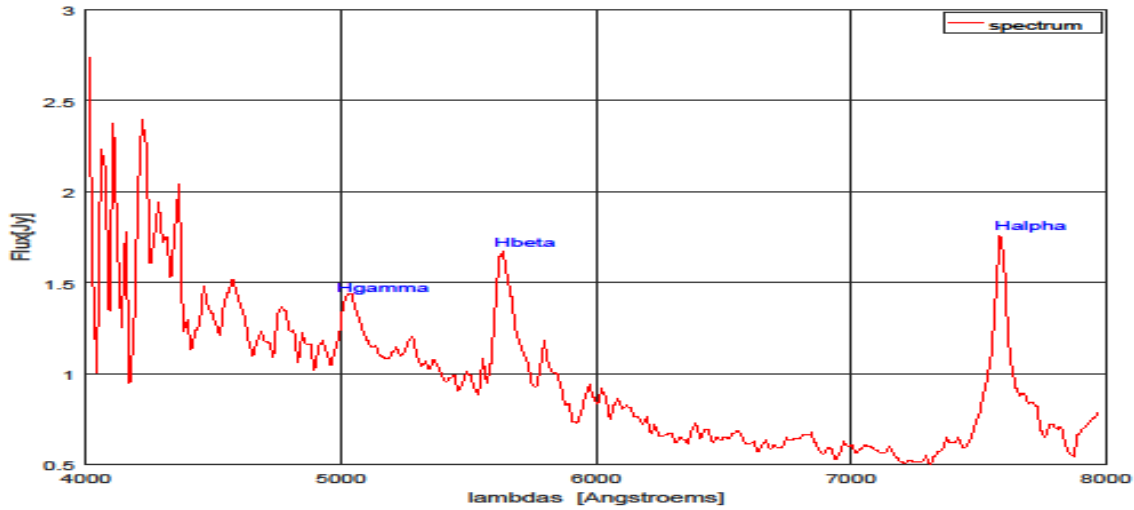
## الفصل الثالث : دراسة الخواص الطيفية لبعض الكوزارات



الشكل 3-1 يمثل خطوط طيف الكوزار 3c273 المزاحة لعنصر الهيدروجين (غاما، بيتا، ألفا)

### 3-1 طيف الكوزار 3c 273 من (INES) *IUE NewlyExtracted Spectra*:

الأطياف رصدت من تلسكوب ( *IUE* ) *International Ultraviolet Explorer Satellite* . في الفترة الممتدة من 1978 إلى 1996. هذه المعطيات تسمى *IUE NewlyExtracted Spectra* . (*INES*) .



الشكل 3-2 يمثل طيف الكوزار 3c 273 ، التدفق بدلالة أطوال الأمواج المقاسة بالأنغستروم

وحدة *Jansky* هي وحدة قياس كثافة التدفق، حيث  $1Jy = 10^{-26}watts.m^{-2}.HZ^{-1}$

نلاحظ أن أطوال الأمواج موجودة في المجال المرئي (من 4000Å إلى 7000Å) .

نقوم بعملية ملائمة لكل خطوط الطيف المزاحة، حيث نقوم بتقسيم المجال المرئي إلى عدة مجالات، كل جزء منه يمثل خط طيفي مزاح لعنصر كيميائي معين.

## الفصل الثالث : دراسة الخواص الطيفية لبعض الكوزارات

نقوم بملاءمة كل خط طيفي باستخدام الدالة الرياضية *Gaussian* (منحنى الجرس) التي تكتب على الشكل:

$$f(x) = Norm * \exp\left(\frac{(x - \bar{x})^2}{2\sigma^2}\right) \dots \dots \dots (20.3)$$

توجد ثلاث وسائط هي السعة *Norm*، القيمة المتوسطة  $\bar{x}$  و التباين  $\sigma$ ، لكن في الشكل نلاحظ أن منحنى الجرس لا يبدأ من نقطة البداية للمحور الأفقي بل يوجد على ارتفاع معين، وعليه يجب إضافة وسيط رابع. نكتب إذا الدالة الرياضية لملاءمة كل خط طيفي على شكل القيمة المتوسطة تمثل طول الموجة المرصود لعنصر كيميائي معين و قيمتها تختلف عن طول الموجة المقاس في المخبر و هذا بسبب ابتعاد الكوزارات، مما يمكننا من حساب الانزياح نحو الأحمر و سرعة الابتعاد.

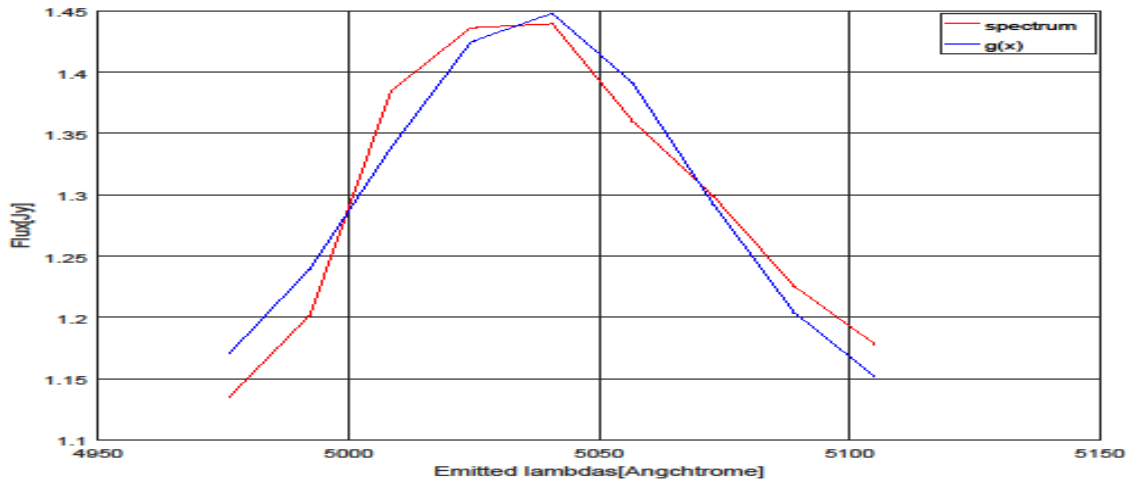
و الخطوط الطيفية المدروسة في هذه العينة تمثل الخطوط الثلاثة  $(H_\gamma, H_B, H_\alpha)$  لعنصر الهيدروجين.

و من ثم استخراج الأطوال الموجية المقاسة للعنصر، ثم حساب الانزياح نحو الأحمر لكل خط طيفي من الخطوط الثلاثة لعنصر الهيدروجين، و من الانزياح نحو الأحمر  $z$  نحدد سرعة و مسافة بعد الكوزار 3C273 حيث:

$$z = \frac{\lambda_e - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{\lambda_{obs} - \lambda_{labo}}{\lambda_{labo}} \dots \dots \dots (21.3)$$

من الأشكال أدناه المنحنى الذي باللون الأحمر يمثل خط الانبعاث لعنصر الهيدروجين، نلاحظ أن الخط عريض و منزاح عن قيمته في المخبر.

### 3-1-1 الخط الطيفي غاما لعنصر الهيدروجين:

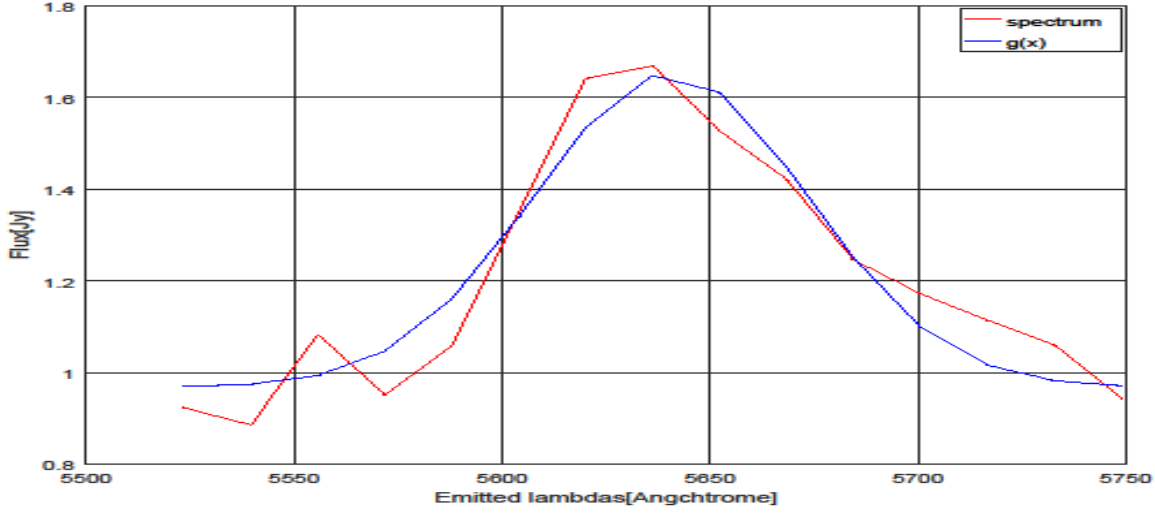


الشكل 3-3 يمثل خط الانبعاث لعنصر الهيدروجين  $H - \gamma$  باللون الأحمر مع أحسن ملاءمة باستعمال منحنى الجرس باللون الأزرق.

- الانزياح نحو الأحمر redshift

$$z_{H-\gamma} = \frac{5037.001 - 4340}{4340} = 0.1605$$

### 2-1-3 الخط الطيفي بيتا لعنصر الهيدروجين:

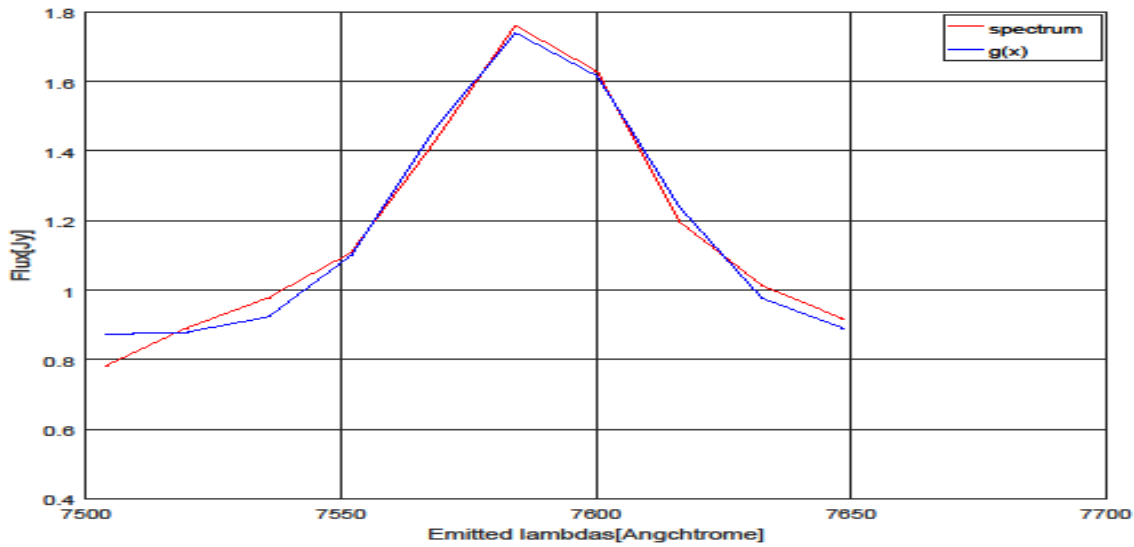


الشكل 3-4 يمثل خط الانبعاث لعنصر الهيدروجين H - bêta باللون الأحمر مع أحسن ملائمة باستعمال منحنى الجرس باللون الأزرق.

- الانزياح نحو الأحمر redshift

$$z_{H-\beta} = \frac{5640.563 - 4861}{4861} = 0.1603$$

### 3-1-3 الخط الطيفي ألفا لعنصر الهيدروجين:



الشكل 3-5 يمثل خط الانبعاث لعنصر الهيدروجين H - alpha باللون الأحمر مع أحسن ملائمة باستعمال منحنى الجرس باللون الأزرق .

• الانزياح نحو الأحمر redshift

$$z_{H-\alpha} = \frac{7587.669 - 6562}{6562} = 0.1563$$

مما سبق نلاحظ أن ملائمة خطوط غاما و بيتا لم تكن جيدة رغم القيام بعدة محاولات، ورغم التدقيق في القيم الابتدائية و هذا ما سيؤثر سلبا على قيمة الانزياح نحو الأحمر.

مقارنة النتيجة مع القيمة المعروفة  $z=0.157$ :

الفرق بين الحساب الذي قمنا به و القيمة المعروفة يعود إلى عدم دقة الملائمة بالنسبة لخطي الهيدروجين غاما و بيتا، و نلاحظ أن الحساب إنطلاقا من الخط ألفا يعطي نتيجة قريبة من النتيجة المعروفة. من أجل الحصول على نتائج أدق لابد من تحسين طرق الملائمة و كتابة برامج تعطي دقة أكبر.

معدل الانزياح نحو الأحمر  $z_{moy}$ :

$$z_{moy} = \frac{0.1605 + 0.1603 + 0.1563}{3} = \frac{0.4771}{3} = 0.1590$$

$$z = \frac{v}{c} \implies v = z \times c \dots \dots (22.3) \quad \text{: la vitesse السرعة}$$

$$v = 3 \times 10^8 \times 0.1590 = \frac{47710000m}{s} = 47710 \text{ km/s}$$

$$d = \frac{v}{H_0} \quad \text{: la distance المسافة} \quad \text{حيث ثابت هابل يقدر } H_0 = 70$$

$$d = \frac{47710 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}}{70 \text{ Km} \cdot \text{s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}} = 681.5714 \text{ Mpc} = 2.1060557 \times 10^{22} \text{ km}$$

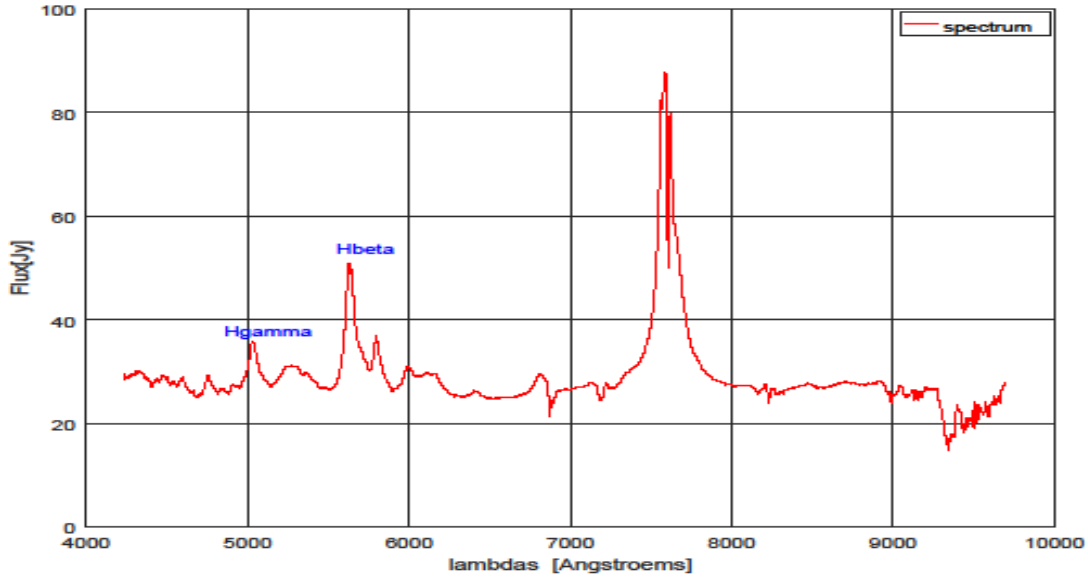
لدينا (الفرسخ الفلكي parsec)  $1 \text{ Mpc} = 10^6 \text{ pc}$  و  $1 \text{ pc} \approx 3.09 \times 10^{13} \text{ km}$

الفرسخ الفلكي هي المسافة التي يبعدها نجم ما بحيث يكون اختلاف ظاهري ثانية قوسية واحدة، و هو يكافئ 3.26 سنة ضوئية .

بعد حساب السرعة و المسافة للكوزار 3c273 نستنتج أنه يتحرك بسرعة فائقة تقدر بـ  $47710 \text{ km/s}$  مبتعدا بمسافة كبيرة جدا عن الأرض تقدر بـ  $2.1060557 \times 10^{22} \text{ km}$ .

### 2-3 طيف الكوزار 3C273 من LORIS:

(LowResolution Imaging Spectrograph): التفاصيل حول الرصد و المعايرة في هذا المرجع <http://www.astrosurf.com/buil/us/loris.htm> .

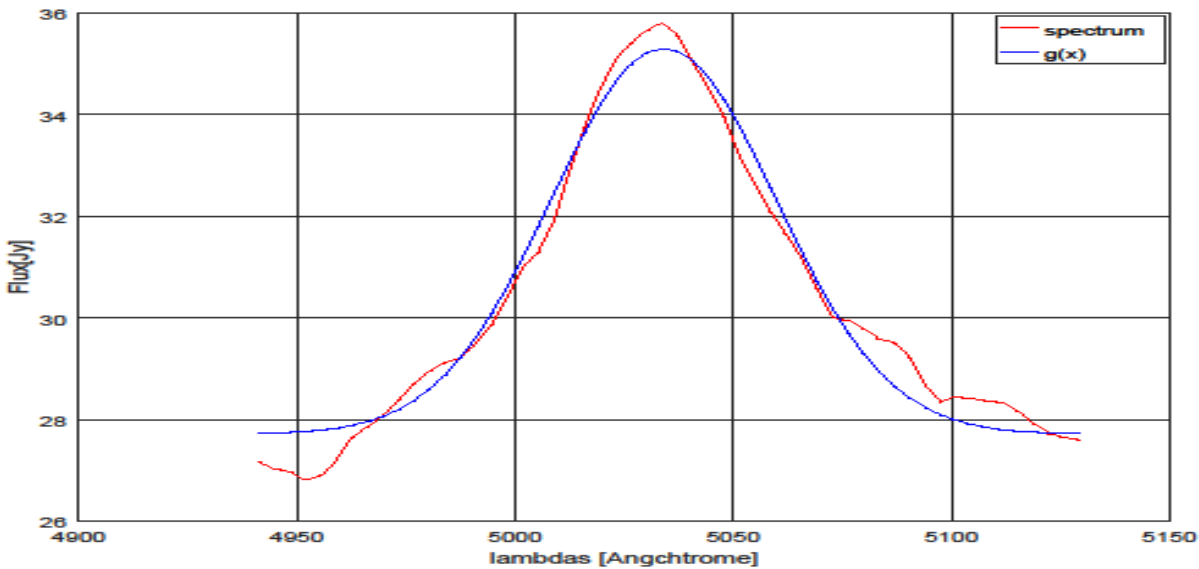


الشكل 3-6 يمثل طيف الكوزار 3c 273، التدفق بدلالة أطوال الأمواج المقاسة بالأنغستروم . نلاحظ من المنحنى أعلاه أن أطوال الأمواج موجودة في المجال المرئي (من 4000Å إلى 10000Å).

نقوم بعملية ملائمة لكل خطوط الطيف المزاحة، حيث نقوم بتقسيم المجال المرئي إلى عدة مجالات، كل جزء منه يمثل خط طيفي مزاح لعنصر كيميائي معين.

نقوم بملاءمة كل خط طيفي باستخدام الدالة الرياضية *Gaussian* (منحنى الجرس) التي سبق ذكرها.

### 3-2-1 الخط الطيفي غاما لعنصر الهيدروجين:

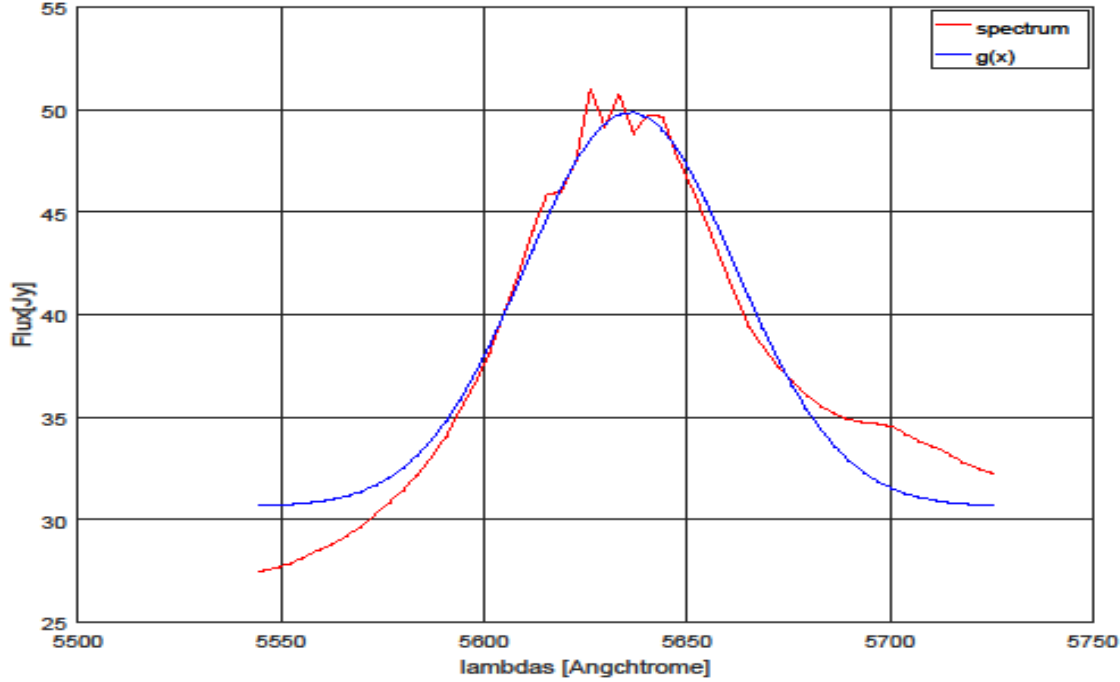


الشكل 3-7 يمثل خط الانبعاث لعنصر الهيدروجين  $\gamma$  - H باللون الأحمر مع أحسن ملائمة باستعمال منحنى الجرس باللون الأزرق.

• الانزياح نحو الأحمر redshift

$$z_{H-\gamma} = \frac{5034.074 - 4340}{4340} = 0.1599$$

### 2-2-3 الخط الطيفي بيتا لعنصر الهيدروجين:



الشكل 3-8 يمثل خط الانبعاث لعنصر الهيدروجين H - bêta باللون الأحمر مع أحسن ملائمة باستعمال منحنى الجرس باللون الأزرق.

الانزياح نحو الأحمر redshift

$$z_{H-\beta} = \frac{5636.080 - 4861}{4861} = 0.1594$$

حساب معدل الانزياح نحو الأحمر من النتائج السابقة  $z_{moy}$ :

$$z_{moy} = \frac{0.1599 + 0.1594}{2} = \frac{0.3193}{2} = 0.1596$$

مقارنة النتيجة مع القيمة المعروفة  $z=0.157$ :

$$\Delta z = 0.157 - 0.1596 = -0.0026$$

إذن الارتياح  $0.002 \pm 0.1596$

حساب سرعة ومسافة الكوزار  $3c \times 273$ :

$$v = 3 \times 10^8 \times 0.1596 = 47880000 \frac{m}{s} = 47880 \frac{km}{s}$$

## الفصل الثالث : دراسة الخواص الطيفية لبعض الكوزارات

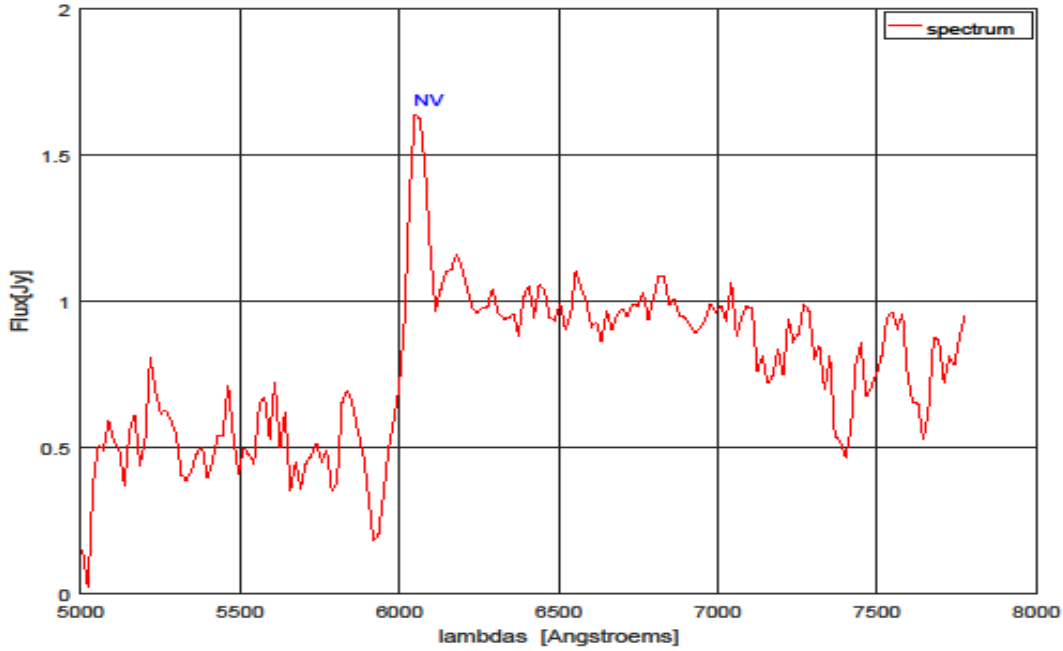
$$d = \frac{47880 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}}{70 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}} = 684 \text{ Mpc} = 2.11356 \times 10^{22} \text{ km}$$

بعد حساب السرعة و المسافة للكوزار 3c273 نستنتج أنه يتحرك بسرعة فائقة تقدر بـ 47880 km/s مبتعدا بمسافة كبيرة جدا عن الأرض تقدر بـ  $2.11356 \times 10^{22} \text{ km}$

إذن من خلال ما سبق التطرق إليه فيما يتعلق بطيف الكوزار 3c273 المأخوذ بأطوال موجية من نفس النطاق ( المجال المرئي ) من مطيافين مختلفين أين نلاحظ أن خطوط طيف الكوزار 3c273 لعنصر الهيدروجين مزاحة مقارنة بخطوطه المقاسة في المختبر. نستنتج أنه سرعة الكوزار كبيرة جدا  $47710 \text{ km/s}$ ،  $47880 \text{ km/s}$  و مسافة بعده عن الأرض هائلة  $2.1060557 \times 10^{22} \text{ km}$ ،  $2.11356 \times 10^{22} \text{ km}$ . عند القيام بمقارنة هذه النتائج يتضح الفرق بين المطيافين في مدى الدقة .

### 4- طيف الكوزار AMP08279+5255 :

حيث أن موضع الكوزار AMP08279+5255 هو RA:083141.70 و DEC:524517.5 في كوكبة الوشق (la constellation du Lynx) ، المطلع المستقيم RA:RightAscention ، ميل DEC:declinaison .



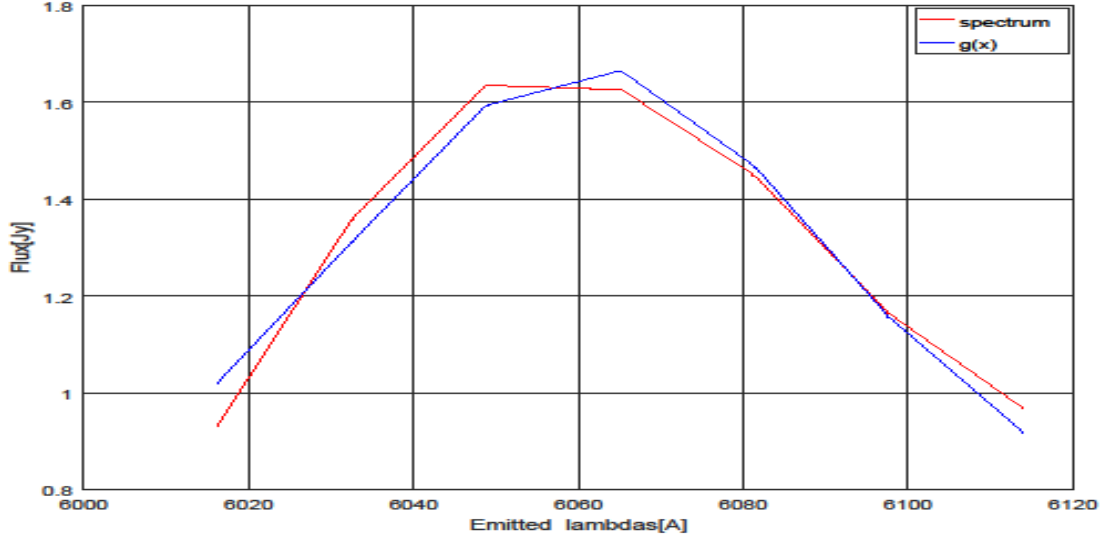
الشكل 3-9 يمثل طيف الكوزار AMP08279+5255 ، التدفق بدلالة أطوال الأمواج المقاسة بالأنغستروم.

نلاحظ أن أطوال الأمواج موجودة في المجال المرئي (من 4000Å إلى 8000Å)، و نلاحظ وجود " غابة " ليمن ألفا *Lyman-alpha Forest* تمتد على مجال 2000 إلى 5000 أنغستروم التي تم تفصيلها في الفصل الثاني .

## الفصل الثالث : دراسة الخواص الطيفية لبعض الكوزارات

نقوم بعملية ملائمة لكل خطوط الطيف المزاحة، حيث نقوم بتقسيم المجال المرئي إلى عدة مجالات، كل جزء منه يمثل خط طيفي مزاح لعنصر كيميائي معين، في هذه الحالة العنصر الكيميائي هو الأزوت المؤين NV ثم نقوم بملاءمة الخط الطيفي باستخدام الدالة الرياضية *Gaussian* (منحنى الجرس) التي سبق ذكرها.

### 1-4 الخط الطيفي لعنصر الأزوت المؤين NV:



الشكل 3-10 يمثل خط الانبعاث لعنصر NV باللون الأحمر مع أحسن ملائمة باستعمال منحنى الجرس باللون الأزرق

• الانزياح نحو الأحمر redshift

$$z_{NV} = \frac{6061.051 - 1241}{1241} = 3.8840$$

نلاحظ أن هذه القيمة قريبة من القيمة المعروفة  $z=3.8$

$$z_{المعروفة} = 3.8 \quad z_{NV} = 3.8840$$

الارتياح  $0.084 \pm 3.8840$

$$v = \frac{[(z+1)^2 - 1] \cdot c}{1 + (z+1)^2} \quad \text{حساب سرعة ومسافة الكوزار AMP08279+5255 : لدينا}$$

$$v = \frac{[(3.8840 + 1)^2 - 1] \cdot 3 \cdot 10^8}{1 + (3.8840 + 1)^2} = 2.7585 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 275858.48 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

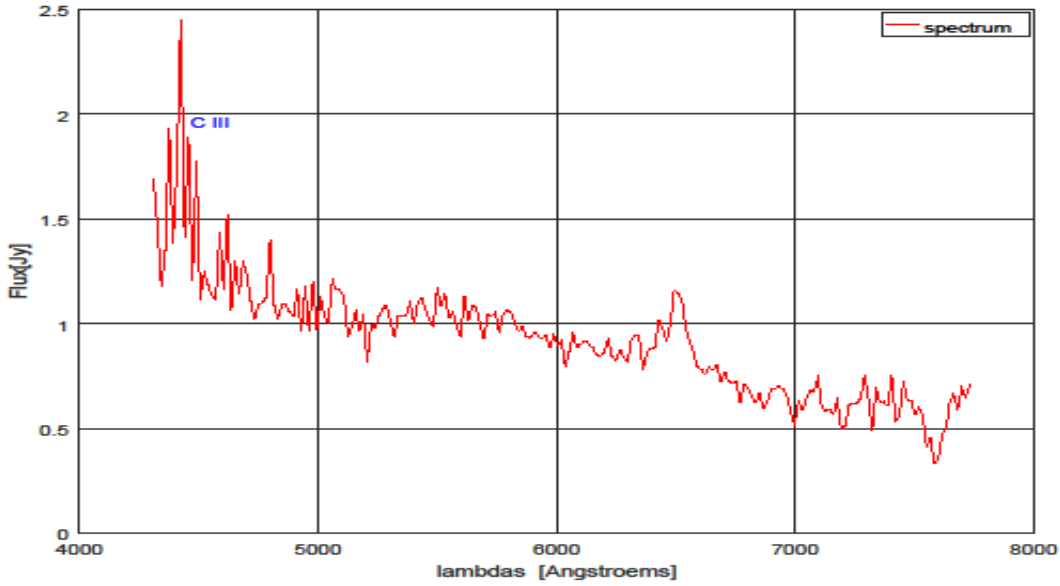
$$d = \frac{275858.4883 \text{ Km} \cdot \text{s}^{-1}}{70 \text{ Km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}} = 3940.8355 \text{ Mpc} = 1.217718 \times 10^{23} \text{ km}$$

بعد حساب السرعة و المسافة للكوزار AMP08279+5255 نستنتج أنه يتحرك بسرعة فائقة تقدر بـ  $275858.48 \text{ km/s}$  مبتعدا بمسافة كبيرة جدا عن الأرض تقدر بـ  $1.217718 \times 10^{23} \text{ km}$

## 5- طيف الكوزار PG1634 :

و نأخذ كمثال ثالث طيف الكوزار PG1634، حيث أن موضع هذا الأخير هو RA:1634 و 29DE+70 31، في كوكبة داركو (33 J2000 Constellation Darco)، من نوع QSO . نلاحظ من الشكل أدناه أن أطوال الأمواج للطيف موجودة في المجال المرئي (من 4000Å إلى 8000Å).

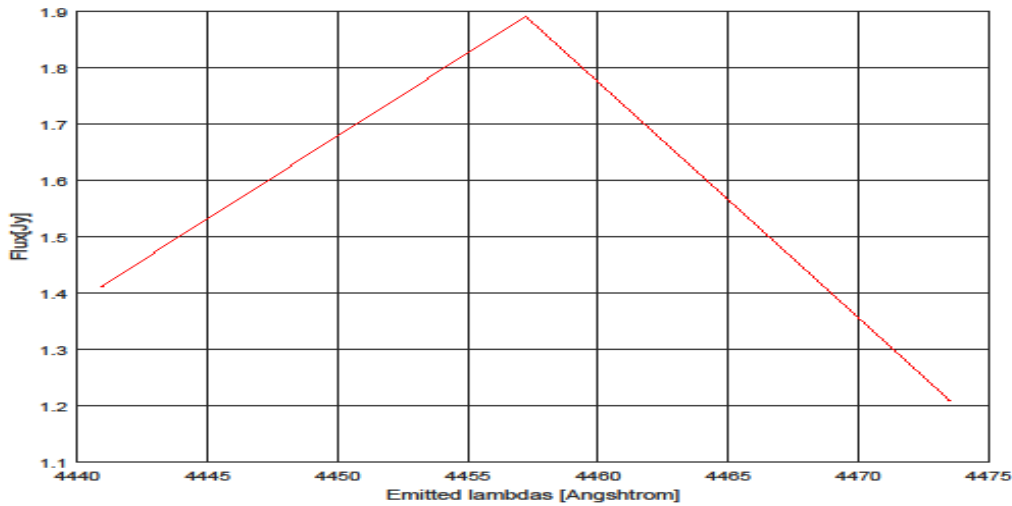
نقوم بعملية ملاءمة لكل خطوط الطيف المزاحة، حيث نقوم بتقسيم المجال المرئي إلى عدة مجالات، كل جزء منه يمثل خط طيفي مزاح لعنصر كيميائي معين.



الشكل-3-11 يمثل طيف الكوزار PG1634 ، التدفق بدلالة أطوال الأمواج المقاسة بالأنغستروم.

### 5-1 الخط الطيفي لعنصر الكربون C III :

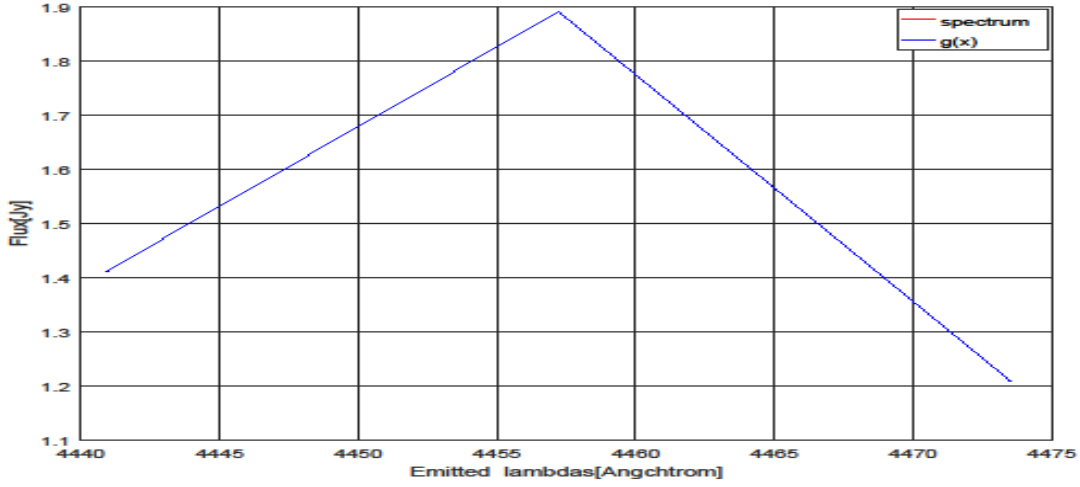
في هذه الحالة العنصر الكيميائي هو الكربون C III .



الشكل-3-12 يمثل خط الانبعاث لعنصر CIII باللون الأحمر

## الفصل الثالث : دراسة الخواص الطيفية لبعض الكوزارات

نقوم بملاءمة الخط الطيفي باستخدام الدالة الرياضية *Gaussian* (منحنى الجرس) التي سبق ذكرها كما يظهر في الشكل الآتي:



الشكل 3-13 يمثل خط الانبعاث لعنصر CIII باللون الأحمر مع أحسن ملاءمة باستعمال منحنى الجرس باللون الأزرق

• الانزياح نحو الأحمر redshift

$$z_{CIII} = \frac{4453.314 - 1909}{1909} = 1.3327$$

إذن الانزياح نحو الأحمر يقدر بـ  $0.002 \pm 1.3327$

مقارنة النتيجة مع القيمة المعروفة  $z=1.3365$  :  $Z_{moy} \sim Z_{المعروفة}$   
النتائج متقاربة باعتبار الارتبايات

$$v = \frac{[(z+1)^2 - 1] \cdot c}{1 + (z+1)^2} \quad \text{حساب سرعة ومسافة الكوزار PG1634 : لدينا}$$

$$v = \frac{[(1.3327 + 1)^2 - 1] \cdot 3 \cdot 10^8}{1 + (1.3327 + 1)^2} = 2.06 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 206853.8388 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$d = \frac{206853.8388 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}}{70 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}} = 2955.0548 \text{ Mpc} = 9.131119 \times 10^{22} \text{ km}$$

بعد حساب السرعة و المسافة للكوزار PG1634 نستنتج أنه يتحرك بسرعة فائقة تقدر بـ  $206853.8388 \text{ km/s}$  مبتعدا بمسافة كبيرة جدا عن الأرض تقدر بـ  $9.131119 \times 10^{22} \text{ km}$

### الفصل الثالث : دراسة الخواص الطيفية لبعض الكوزارات

إذن في حالة الكوزار 3c273 عند حساب السرعة نستخدم العبارة  $z = \frac{v}{c}$  في حين بالنسبة للكوزارين AMP08279 و PG1634 نستعمل  $z + 1 = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}}$  لأن سرعتهمما قريبة كثيرا من سرعة الضوء وعليه في هذه الحالة الأخيرة نأخذ في عين الاعتبار عند حساب أطوال أمواج الضوء المنبعث من الكوزارات بالإضافة إلى سرعتها توسع الكون والجدول أسفله يوضح ذلك .  
لما يكون الانزياح نحو الأحمر كبير يمكن استعمال الجدول التالي لحساب المسافات و عمر الكوزارات [18].

Fraction de l'âge de l'univers = $(t_{\text{univers}} - t_{\text{lookback}}) / t_{\text{univers}}$ ( $\Omega_m=0.3, \Omega_\Lambda=0.7, H_0= 70 \text{ km.s}^{-1}\text{Mpc}^{-1}$ ) où $t_{\text{univers}} = 13.7 \text{ Gyr}$			
Z	Universe age		Lookback time
	Gyr	%	Gyr
0.2	11.1	81.9 %	2.4
0.5	8.5	62.6 %	5.0
0.7	7.2	53.2 %	6.3
0.8	6.7	49.3 %	6.8
1	5.8	42.7 %	7.7
2	3.2	24.0 %	10.3
4	1.5	11.3 %	12.0
5	1.2	8.6 %	12.3
6.5	0.8	6.1 %	12.7
10	0.5	3.5 %	13.0
20	0.2	1.3 %	13.3
30	0.1	0.7 %	13.4

الجدول 1-3 يوضح طريقة حساب المسافات و عمر الكوزارات .

يمثل الجدول أعلاه قيم عمر الكون ومسافات الكوزارات بدلالة قيم الانزياحات نحو الأحمر الكبيرة والتي تستلزم عند حسابها أخذ توسع الكون بعين الاعتبار.

## 6- مناقشة النتائج :

في هذا الفصل قمنا بتحليل أطيف بعض الكوزارات من أجل التعرف على خواصها .  
استعملنا أطيف تمت معايرتها والتخلص من ضوضاء الخلفية ، هذه الأطيف متوفرة في قواعد  
البيانات لمختلف المراصد الفلكية .

نوعية الطيف المتحصل عليه تعتمد على دقة المطيافي المستعمل و هذا ما لاحظناه في  
دراسة الكوزار C2733 فيما يتعلق بالسرعة  $47710 \text{ km/s}$  ،  $47880 \text{ km/s}$  والمسافة  
 $2.1060557 \times 10^{22} \text{ km}$  ،  $2.11356 \times 10^{22} \text{ km}$  على التوالي بالنسبة لكلا المطيافين .

دراسة الطيف تمكننا أولا من ملاحظة أن خطوط الطيف مزاحة مقارنة بخطوط الطيف  
لنفس العناصر المقاسة في المختبر و هذا ما أظهرته منحنيات خطوط طيف الهيدروجين (غاما  
وبيتا وألفا) و الأزوت و الكربون للكوزارات المدروسة.

تحليل الطيف يسمح بحساب الانزياح نحو الأحمر و منه استنتاج مدى ابتعاد الكوزار  
عن الأرض و تقدير سرعة ابتعاده . نلاحظ أن الكوزارات توجد على بعد مسافات هائلة من  
الأرض و سرعة ابتعادها كبيرة جدا .

دقة نتائج حساب الانزياح نحو الأحمر تعتمد على طرق الملاءمة. استعملنا البرنامج  
الجزئي `leasqr.m` المتوفر في `octave` والذي يعتمد على خوارزمي `Levenberg-Marquardt`  
حيث قمنا بملاءمة منحنى الجرس من أجل الحصول على نتائج أكثر دقة يجب الملاءمة  
باستعمال كثير حدود.

الخطبة

## الخاتمة

الكوزارات هي أنوية مجرية نشطة ، لها إنبعاثات راديوية، و تصدر طاقة عالية جدا تستمدتها من ثقوب سوداء توجد بمراكزها ، وقد تم تصنيفها حسب فهرس الكوزارات من مسح سلون الرقمي للسماء إلى أصناف مختلفة باستخدام التليسكوبات والمرصد الحديثة .

إنّ تحليل الأطياف يلعب دور فعال في إعطاء الكثير من المعلومات المهمة حول الأجرام السماوية، خاصة في ما يتعلق بطبيعة تكوينها وكذا تحديد سرعتها ومسافة بعدها عن الأرض.

درسنا في هذه المذكرة الخواص الطيفية للكوزارات؛ حيث قمنا بأخذ الأطياف لأشهر الكوزارات من قواعد البيانات لمختلف التلسكوبات التي ترصد الأجرام في أطوال موجية مختلفة، بعدها حاولنا استخراج خواص الكوزارات من تحليل هذه المعطيات وذلك بملاءمتها (fitting) مع دوال رياضية، استعملنا برامجي octave و البرنامج الجزئي leasqr.m الذي يعتمد على خوارزمية Levenberg-Marquardt قمنا بملاءمة مختلف خطوط الطيف باستعمال منحنى الجرس.

أول ما نلاحظه هو انزياح كل خطوط الطيف عن الأطوال المقاسة في المخبر وهذا يعود إلى وجود الكوزارات على مسافات هائلة وابتعادها بسرعات كبيرة.

تعرفنا على بعض خطوط الطيف خاصة خطوط الهيدروجين ألفا وبيتا وغاما، وقمنا بملاءمتها باستعمال منحنى الجرس لاستخراج القيم المتوسطة التي توافق أطوال الأمواج المنبعثة من الكوزارات ومنه استنتاج حساب الانزياح نحو الأحمر واستخلصنا مسافة الكوزارات وسرعتها التي لا تتجاوز ملايين السنوات الضوئية.

الكوزارات تمكنا من دراسة الكون، وبما أن الضوء القادم منها يقطع مسافات كبيرة، فإن طيفها يحتوي على معلومات حول السحب الغازية الموجودة بين المجرات. كما أن البعد الكبير للكوزارات يترجم سرعاتها الهائلة مما يجعلنا الأخذ بعين الاعتبار سرعة توسع الكون وعلاقته بسرعة الكوزارات وعليه نستخدم الجدول 3-1 في تحديد مسافات الكوزارات ومنه عمر الكون الذي وجد أنه يقدر بحوالي 14 مليار سنة .

## الملحق

أنجز هذا العمل في جامعة المسيلة تحت إشراف الأستاذة د.قالي سهام .

" Octave " هو برنامج حر يستعمل في الحسابات الرقمية مشابه لبرنامج ماطلاب

" Matlab " وقد تم تطوير البرنامج من قبل " جون إيتون " " John W. Eaton "

عام 1992 و الاسم هو مستوحى من البروفيسور الكيميائي " Octave Levenspiel " و  
مازال للبرنامج تحديثات حتى الوقت الحالي . ويتم تحميل البرنامج من الرابط التالي :

<https://www.gnu.org/software/octave/download.html>

عند الدخول للموقع تجد عدة خيارات حسب نظام التشغيل " Operating System " الموجود  
في جهازك

وبما أن معظم الناس تستعمل نظام " Windows " سنختار تلك الخانة ، ثم نتاح لك عدة  
خيارات منها نوع النظام سواء bit 32 أو bit 64 و عدة أنواع للتنزيل للتنزيل المباشر للتنصيب  
المباشر أم المضغوط حيث يتوجب عليك بعدها إزالة الضغط عن ذلك الملف بالبرامج المختصة  
بذلك مثل " winrar " أو ما شابه ذلك ، الإصدارات الخاصة بالبرنامج هناك كلها حديثة [19].

Download

Source GNU/Linux macOS BSD Windows

The latest stable version is GNU Octave 4.4.0:

- octave-4.4.0-w32-installer.exe (~ 198 MB) [signature]
- octave-4.4.0-w64\_1-installer.exe (~ 205 MB) [signature]
- octave-4.4.0-w32.7z (~ 185 MB) [signature]
- octave-4.4.0-w64\_1.7z (~ 219 MB) [signature]
- octave-4.4.0-w32.zip (~ 323 MB) [signature]
- octave-4.4.0-w64\_1.zip (~ 407 MB) [signature]

All Windows binaries with corresponding source code can be downloaded from <https://ftp.gnu.org/gnu/octave/windows/>.

وهو برنامج مشابه للبرنامج الأول في بعض النواحي فهو يستعمل الأوامر المكتوبة وله نوعان  
النوع الأول ليس له أية واجهة يستعمل فقط الأوامر .

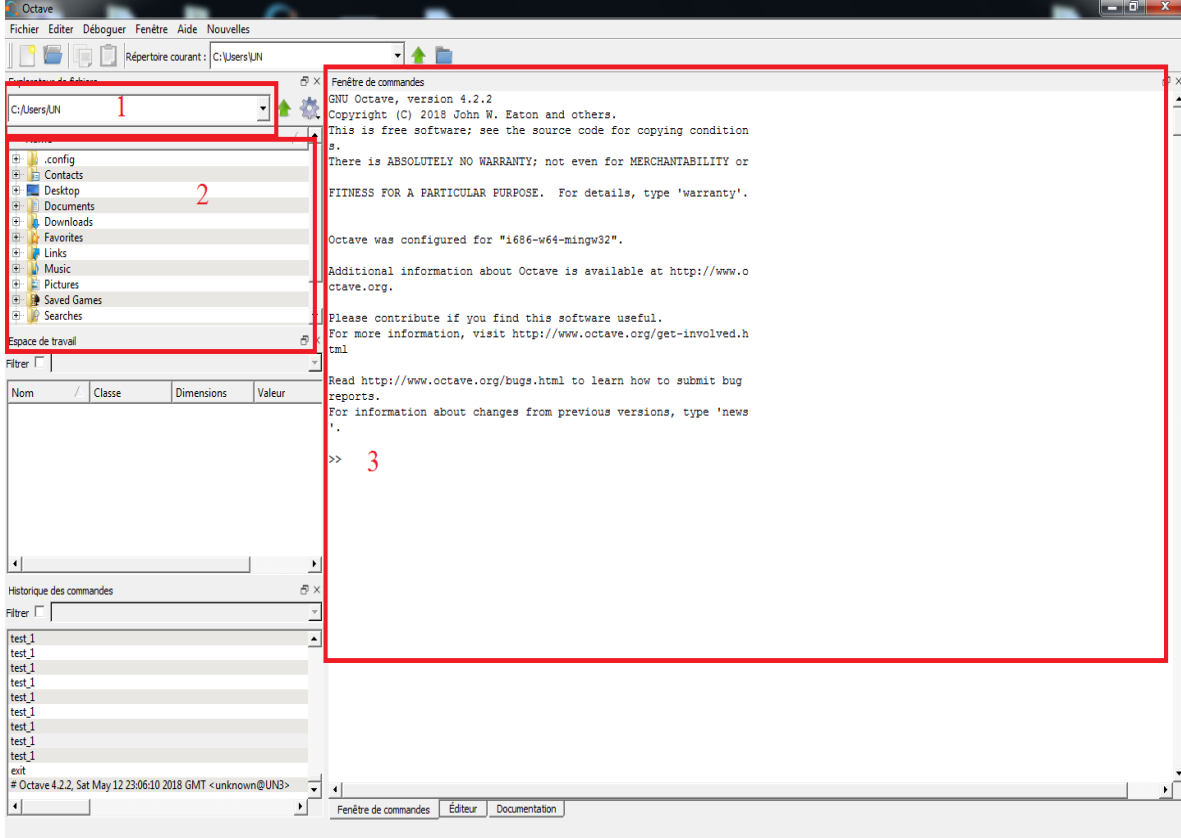


<< Command Line >>

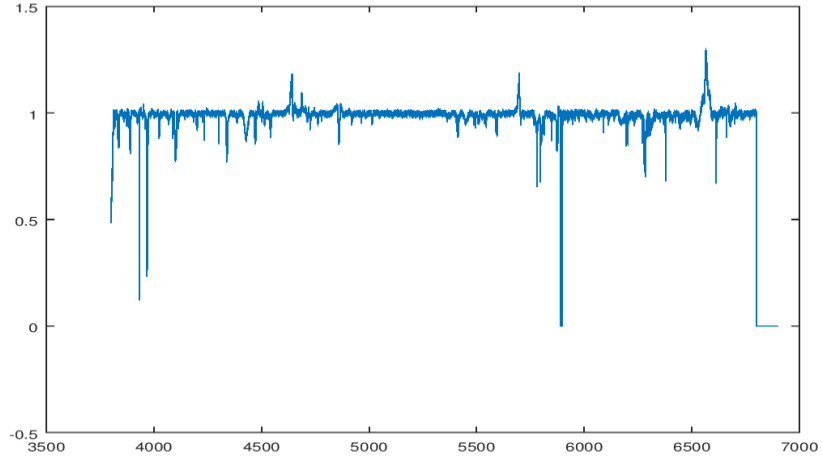
## الملحق



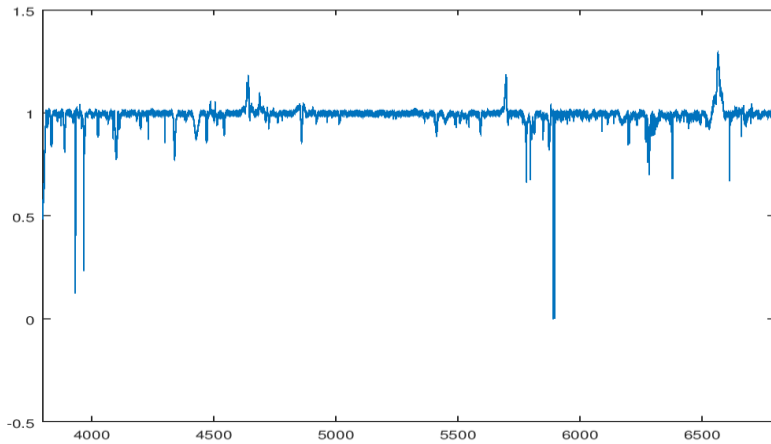
و النوع الآخر (GUI) أو " Graphical User Interface " أي له واجهة  
و نستطيع استعمال العديد من الأوامر و لكن بالنقر عليها فقط في بوابة  
الإختيارات [19]. و نحن سنستعمل النوع الثاني " GUI " لسهولة استخدامه  
ويمكن أيضا استخدام ملف الأوامر يسمى " Commands.m " وواجهة البرنامج هي :



الخانة رقم 1 تمثل دليل الملف أو " File Directory " و الخانة رقم 2 تمثل الملفات الموجودة في الملف المختار في الخانة 1 أو بالأحرى هي مساحة العمل " Work space " و الخانة رقم 3 هي نافذة الأوامر ، و الأوامر التي نريد أن نتعرف عليها في هذا البرنامج هي :  
الأمر لقراءة الملف هو: `variable = load ("nom de fichier")` ، ولكن هذه الطريقة تظهر لنا ما في الملف ، لكي لا يظهر الملف نضع (`;`) أي `variable = load ("nom de fichier");`  
لرسم دالة نستعمل الأمر `plot(x,y)` و لكن في مثالنا نحن نقرأ من الملف ، هناك طريقتان :  
طريقة 1 (الطريقة المباشرة) `plot (Variable(:,2), Variable (:,3))` نستعمل العمودين 2 و 3 ،  
طريقة 2 (طريقة التعويض) `x = Variable(:,2) y = Variable(:,3)` ثم `plot(x,y)` فيظهر لنا البيان التالي :



نرى من البيان السابق أن المجال X غير محدد فنستعمل الأمر `axis([3800 6800])` و نستطيع استعماله مع أمر الرسم أيضا `plot (Variable(:,2), Variable(:,3));` `axis([3800 6800])` يظهر البيان الآتي :



ولحفظ البيان نستطيع مباشرة حفظ الملف عن طريق `enregistrer -> Fichier` ثم نختار اسم الملف و نوعه (صورة[\*.png,\*.jpeg...]- أو كتاب رقمي [\*.pdf] ). أو بعد أمر الرسم نكتب `print("nom de fichier")` .

مع العلم يجب مراعاة موقع حفظ الملف ، ولإستعمال الامر " Polyfit " و الذي هو مشابه للأمر " Fit " في برنامج " GnuPlot " نستعمل `Polyfit(x,y,n)` حيث n هو رتبة متعدد الحدود ، ولكن هذه الطريقة غير شاملة لما نريده فنستعمل طريقة تقنية ملائمة الدوال والتي تعتمد على خوارزمية " Levenberg- Marquardt " مع الدالة " Leasqr " و التي تأتي مع حزمة " optim " لذا قبل البدء نكتب الأمر " `pkg load optim` " لتحميل الدالة . نستعمل الملائمة لدالة جرس " `Gaussienne` " بما أننا نبحث عن .

وهذه بعض الأوامر المستعملة في `octave` يلخصها الجدول الآتي [16]:

## الملحق

الوصف	الأمر
حدد اسم الملف الذي يحوي وظائف أوكتاف ( octave )	Built-in-docstring-filename--
أدخل وضع تصحيح الخلل اللغوي	debug--
تمكين JIT برنامج التحويل البرمجي و التتبع	debug-jit--
حدد اسم ملف ذاكرة التخزين المؤقت للمستند لاستخدامه	Doc-cache-file filename--
X- أوامر الصدى كما يتم تنفيذها	Echo-commands--
رمز التقييم والخروج عند الانتهاء	Eval code--
حدد المسار للبحث عن البرنامج للتشغيل	Exec-path path--
عرض وجهة المستخدم الرسومية	Force-gui--
طباعة رسالة مساعدة قصيرة والخروج	Help--
إضافة مسار لرأس مسار البحث عن الصور	Image-path path--
حدد اسم ملف المعلومات المراد استخدامه	Info-file filename--
حدد اسم برنامج المعلومات المراد استخدامه	Info-program program--
يفيد في تشغيل أوكتاف عن طريق جهاز تحكم عن بعد	Interactive--
تمكين المترجم JIT المستخدم من تسريع الحلقات	Jit-compiler--
فرض استخدام readline لتحرير سطر الأوامر	Line-editing--
تعطيل تسجيل محفوظات سطر الأوامر	No-history--
لا تقرأ ملف التهيئة	No-init-file--
لا تعتمد تهيئة مسار البحث لملفات الوظائف لضمان المواقع الافتراضية	No-init-path--
تعطيل تحرير سطر الأوامر	No-line-editing--
لا تقرأ على مستوى الموقع octave ملفات التهيئة	No-site-file--
قم بطباعة رقم إصدار البرنامج و الخروج	Version--
تنفيذ الأوامر من الملف	file
إرجاع وسائط سطر الأوامر التي تم تمريرها إلى أوكتاف	Argv
البرنامج النصي octave	ecutable
الخروج من واجهة octave الحالية	Quit (status)

جدول رقم 2-3 يوضح بعض الأوامر في برنامج octave



المراجع:

- [1] C J. Conselice & al 'The Evolution of Galaxy Number Density at  $z < 8$  and its implications' , The Astrophysical Journal, Volume 830, Issue 2, article id. 83, pp. (2016).
- [2] G.Bélangier & al ' Integral detection of hard x-ray emission from the galactic nuclear region ' , The Astrophysical Journal, volume 601 ,issue 2 ,pp.L163-L166 (2003).
- [3] M. Schmidt & al , "Spectroscopic CCD Surveys for Quasars at large redshift .IV.evolution of the luminosity function from quasars detected by their lyman-alpha emission " Astronomical Journal v.110, p.68 (1995).
- [4] J. Audouze [Le ciel à découvert](#) CNRS Éditions (2010), ISBN électronique : 9782271119179, 2010.
- [5] EEB. Torres, ' The discovery and characterization of the most distant quasars' PhD thesis Max-plank-Institut for Astronomie ,Heidelberg 2015.
- [6] R. Taillet & L.Villain 'A la découverte de l'Univers , Introduction a l'astronomie et a l'astrophysique' Editions De Boeck (2011).
- [7] Neil F .Comins : A la découverte de l'Univers .Introduction a l'astronomie et a l'astrophysique. Bruxelles : De Boeck. 5 décembre 2011.
- [8] M. Séguin & [B. Villeneuve](#) 'Astronomie et astrophysique 5 grandes idées pour explorer et comprendre l'univers' , Edition De Boeck Université, ISBN-13 9782804140120, 2002.
- [9] <https://www.cosmos.esa.int/web/xmm-Newton>
- [10] Agés Acker ' Astronomie Astrophysique (introduction) ', Dunod ,en France , paris , 2005 .
- [11] [http://www.ac\\_nice.fr/cla/lunap/html/spectes/specEnBref.html#analy](http://www.ac_nice.fr/cla/lunap/html/spectes/specEnBref.html#analy)
- [12] <https://media4.obsspm.fr/public/ressources> lu/pages spectroscopie/introduction-spectroscopie.html

- [13] <https://astronomia.fr/seminaires/annee1516/spectroscopie/spectroscopie.php>
- [14] J A.Garcia 'X-Ray Reflection spectroscopy of the Black Hole Gx 339-4' , The Astrophysical Journal , volume 813 , septembre 2015 .
- [15] Y. Damerdji (CRAAG) "Techniques D'ajustement De Fonctions (Ajustements Linéaire Et Non Linéaires) " , Novembre 2017.
- [16] J.W.Eaton & D.Bateman & S.Hauberg & R.Webring ' GNU Octave' , Edition 4 For Octave Version 4.2.2 ,March 2018
- [17] <http://isdc.unige.ch/3c273/>
- [18] [http://david.elbaz3.free.fr/maser\\_m2](http://david.elbaz3.free.fr/maser_m2)
- [19] <https://www.gnu.org/software/octave/download.html>

## الملخص

الكوزارات هي أنوية مجرات نشطة . تصدر الكوزارات طاقات عالية رغم أن حجمها صغير نسبيا ولها إشعاعات على طول المجال الكهرومغناطيسي ، في هذا العمل قمنا بدراسة بعض الكوزارات من خلال تحليل أطيافها المستخرجة قواعد البيانات لبعض التلسكوبات والمرصد وهذا لأجل حساب بعض الخواص الطيفية لهذه الأنوية المجرية النشطة .

## Abstract

Quasars are Active Galactic nuclei (AGN), they produce enormous power despite their relatively small size. Their radiation is observed across electromagnetic spectrum. We studied some quasars, using data from some telescopes and observatories. We analysed quasars spectra in order to calculate some spectroscopic properties as redshifts.

## Résumé

Les quasars sont des noyaux actifs de galaxies, il produisent une puissance énorme malgré leur petite taille. Leurs radiations sont observées le long du spectre électromagnétique. Nous avons étudié quelques quasars, en analysant des données issues de télescopes et d'observatoires. On a analysé les spectres des quasars afin de calculer quelques propriétés telles que le redshift.