

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم و البحث العالي

جامعة محمد بوضياف - المسيلة



ميدان : علوم المادة

فرع : الفيزياء

تخصص : فيزياء الجسيمات عالية الطاقة

كلية العلوم

قسم الفيزياء

رقم :

مذكرة مقدمة لنيل شهادة الماستر أكاديمي

إعداد الطالب : العيهار لمين

تحت عنوان

دراسة بعض الخواص الطيفية للنجوم الثنائية

تمت مناقشة المذكرة يوم 2018/09/02 و المتكونة من :

رئيسا	جامعة محمد بوضياف المسيلة	بوساهل منير
مشرفا و مقرا	جامعة محمد بوضياف المسيلة	قالي سهام
مناقشا	جامعة محمد بوضياف المسيلة	مطاطلة عبود
مناقشا	جامعة محمد بوضياف المسيلة	سمراء نحاوة

السنة الجامعية: 2017 / 2018

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إِهْدَاء

بسم الله و الصلاة و السلام على الحبيب المصطفى صلى الله عليه و سلم
أهدي ثمرة جهدي هذا إلى والدي العزيز حفظه الله و رعاه و أعانه ، كم تَعَب و سَهَر
لنكبر و نصبح على ما نحن عليه ، والى التي جعل الله الجنة تحت أقدامها إلى التي
غمرتني بفيض حنانها إلى التي احترقت لكي تنير لي دربي إلى التي جاعت لأشبع
وسهرت لأنام و تعبت لأرتاح و بكت لأضحك و سقتني من نبع رقتها و صدقتها إلى التي
ربتني صغيرا و نصحتني كبيرا قرّة عيني و فؤادي أمي الغالية أطال الله في عمرها
وجعلها خيمة فوق رؤوسنا إلى من قاسموني أفراحي و أحزاني إخوتي ، إلى من جمعني
بهم منبر العلم و الصداقة زملائي الذين أكنّ لهم أسمى عبارات المحبة إلى جميع
أساتذتي الذين رافقوني طوال مشواري الدراسي ، إلى كل من فارقنا جسدا و لم و لن
تفارقنا ذاكرته ، حفظكم الله و رعاكم و رحمكم.

شكر وتقدير

أشكر و أحمد الله العليّ القدير الذي أنعم عليّ بنعمة العقل والدين. القائل في محكم التنزيل " وَفَوْقَ كُلِّ

ذِي عِلْمٍ عَلِيمٌ " سورة يوسف آية 76 صدق الله العظيم.

وقال رسول الله صلى الله عليه وسلم: "(.... من صنع إليكم معروفاً فكافنوه فإن لم تجدوا ما تكافنونه فادعوا له

حتى تروا أنكم كافنوه) "رواه أبو داود والنسائي.

وأيضاً وفاءً وتقديراً واحترافاً مني بالجميل أتقدم بجزيل الشكر لأولئك المخلصين الذين لم يألوا جهداً في

مساعدتنا في مجال البحث العلمي، وأخص بالذكر الأستاذة الفاضلة: د.قالي سهام علي إشرافها لهذه

المذكرة وصاحبة فضل في توجيهي ومساعدتي في تجميع هذه المذكرة ، فجزاها الله كل خير.

ولا أنسى أن أتقدم بجزيل الشكر للأساتذة المشرفين لقبولهم مناقشة مذكرتي و لكل من قام بتوجيهنا و

إرشادنا من أساتذة و معلمين طيلة أعوام الدراسة.

وأخيراً، أتقدم بجزيل شكري إلي كل من مدوا لي يد العون والمساعدة لإتمام هذه المذكرة علي أكمل وجه.

الفهرس :

إهداء

شكر و تقدير

مقدمة عامة ص(1)

الفصل الأول : النجوم و أطيفها

1.1 مقدمة ص(3)

2.1 الأمواج الكهرومغناطيسية ص(4)

1.3.1 النجوم الثنائية المرئية ص(5)

2.3.1 النجوم الثنائية الطيفية ص(6)

4.1 قياس الأبعاد ص(7)

5.1 قياس المسافة بين النجوم ص(7)

1.5.1 طريقة اختلاف المنظر أو (Parallax) ص(7)

2.5.1 طريقة القياسات المطلقة (قوة و شدة الضوء) ص(9)

3.5.1 طريقة الألوان ص(12)

4.5.1 طريقة توسع الكون ص(15)

6.1 قواعد البيانات النجوم الثنائية ص(18)

الفصل الثاني : برنامج دراسة الطيف

1.2 مقدمة ص(23)

2.2 تقنيات ملائمة الدوال Function Adjustment Technique ص(23)

1.2.2 الدالة الخطية The Linear Function ص(23)

3.2 خوارزمية ليفنبارغ ماركار The Levenberg-Marquardt Algorithm ص(24)

5.2 البرامج المستعملة ص(24)

1.5.2 برنامج Gnuplot ص(24)

2.5.2 لغة البرمجة Python	ص(27)
6.2 برنامج Fits Viewer	ص(29)

الفصل الثالث : دراسة الطيف الصادر عن النظام " HD 166734 "

1.3 مقدمة	ص(31)
2.3 دراسة طيف النظام HD 166734 انطلاقا من معطيات " Sophie "	ص(31)
3.3 دراسة طيف النظام HD 166734 انطلاقا من معطيات " Feros "	ص(34)
4.3 السرعة القطرية " Radial Velocity "	ص(36)
5.3 مناقشة النتائج	ص(37)
الخاتمة	ص(38)
الملحق	ص(39)
المراجع References	ص(49)

مقدمة عامة

النجم هو جسم فلكي كروي، مضيء في بعض الأحيان مثل الشمس و التي هي أقرب نجم للأرض، يتكون من بلازما " Plasma "، تتماسك هذه الأخيرة بفعل جاذبية النجم، و يمكن رؤية عدة نجوم في الليل بحيث تبدو ثابتة لا تتحرك و ذلك راجع إلى بعدها الكبير عن الأرض.

و النجوم هي أكثر شيء معروف عند تعريف الأجسام الفلكية، و تمثل حجر الأساس في بناء المجرات ونستطيع تتبع حركة و تطور المجرات بدراسة عُمر و توزع و تركيب النجوم ،بالإضافة إلى أن النجوم هي المسؤولة في صناعة و توزع العناصر الثقيلة مثل الأكسوجين " Oxygen "، الكربون " Carbon " و النيتروجين " Nitrogen "، و خصائص النجوم تؤثر على الكواكب التي يمكن أن تدور حولها و بذلك دراسة نشأة و حياة و موت النجوم أساسية في مجال الدراسات الفلكية.

النجوم الثنائية تتكون من نجمين مرتبطين بالجاذبية فيما بينهما، و عموما حركتهما تكون بدورانهما حول مركز ثقلهما، عند وجود نجمين قريبين من بعضهما يكون للجاذبية بينهما تأثير كبير في تطور حياتهما.

في هذه المذكرة سندرس نظام نجوم ثنائي، تحتوي المذكرة على 3 فصول في الفصل الأول نتعرف على الأمواج الكهرومغناطيسية و بشكل مفصل نعرف ماهية النجوم الثنائية و كيفية تكونها والاختلافات التي تميزها عن بعضها البعض بالإضافة إلى كيفية حساب المسافة أو البعد بينها وبين الأرض بعدة طرق، ثم نتعرف في الأخير على بعض الخواص الفيزيائية مثل تأثير دوبلر " Doppler Effect "

أما في الفصل الثاني سوف نتطرق إلى تقنيات الملاحة بالمعادلات الرياضية و بالأخص ملاحة الدوال الغير خطية، ثم نتعرف على لغة البرمجة " Python " والتي تتيح لنا بعد كتابة وتشغيل الخوارزمية فيها استعراض و ملاحة المعطيات الصادرة عن أي مطياف أو تلسكوب مع الدوال الرياضية الموافقة لها . ثم المطيافين " Sophie " و " Feros " و اللذان سيتم التعريف بهما في نهاية هذا الفصل كما سيتم التعريف ببرنامج " Fits viewer " أو " FV " أيضا.

في الفصل الثالث سوف نختص فيه بدراسة الطيف الصادر عن النظام الثنائي " HD 166734 " من خلال استخراج المعطيات من المطيافين " Sophie " و " Feros " و ملاحة المعطيات بتطبيق الخوارزمية في برنامج " Python " لمعرفة بعض الخواص الفيزيائية لذلك النظام الثنائي مثل السرعة القطرية الخ.

الفصل الأول

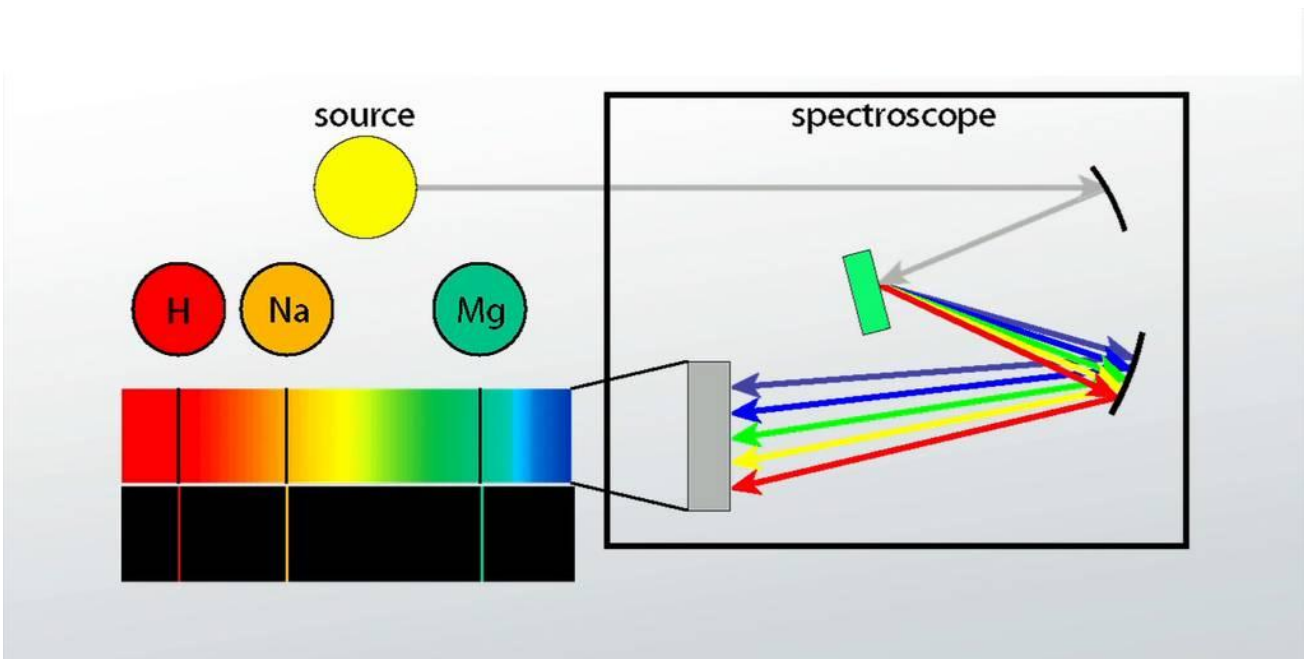
النجوم و أطيافها

1.1 مقدمة :

في هذا الفصل سنتطرق إلى تعريف النجوم و طرق الحصول على أطيافها، كما شاهدنا سابقا فإن النجم هو جسم فلكي كروي يتكون من سحب الغبار بعد اضطرابات و انهيارات، حيث تختلف عن الكواكب لعدة أسباب منها النجم جسم فلكي كروي ساخن (في أغلب الأحيان) مضيء، أظهرت الدراسات أن تشكل النجوم الأكثر احتمالا هو النجوم الثنائية مرتبطة فيما بينها بالجاذبية. [1]

في عام 1609 أصبح الفيزيائي و الفلكي الإيطالي " غاليليو " Galileo " أول شخص يوجه التلسكوب نحو السماء ، و على الرغم من أن ذلك التلسكوب كان صغيرا و صوره غير واضحة إلا أنه استطاع أن يميز به الخصائص الجيولوجية للقمر كالجبال و الحفر و استطاع أيضا أن يرى شريط ضوء حول الفضاء وأصبح الآن يعرف بـ " درب التبانة " Milky way " وهي مجرتنا . وفي زمن " إسحاق نيوتن " Isaac Newton " تطور علم الفلك ونتيجة لذلك تطور صنع التلسكوبات فأصبحت أكبر و أدق . مع هذا التطور استطاع الفلكيون اكتشاف العديد من الأجسام الفلكية التي تصدر ضوء باهت و معرفة بعدها عن الأرض .

في القرن التاسع عشر استعمل الفلكيون جهاز جديد يسمى " المطياف " Spectroscope " و هو جهاز لرصد طيف الضوء أو الأشعة الكهرومغناطيسية القادمة من عدة مصادر و الذي يتكون أساسا من شق يمر عبره الإشعاع ، و عدسة متناظرة " Collimating lens " و موشر اميسي " Amici prism "



شكل (1) كيفية عمل المطياف " Spectroscope "

أي جسم لا تساوي درجة حرارته الصفر يصدر أمواج عن طريق علاقة بلانك-أينشتاين " Planck-Einstein " عن طريق العلاقة $E = h \times \nu$ حيث ν هو التردد و الذي سيتم التطرق إليه في الفقرة الموالية.

حيث أن h هو ثابت " بلانك " و يقدر بالتقريب بـ : $6,626 \times 10^{-34} \text{ j.s}$

إذا فإن استعمال المطياف يتيح لنا جمع المعلومات عن المركبات الكيميائية للأجرام السماوية و حركتها عن طريق تحليل الأمواج الكهرومغناطيسية.

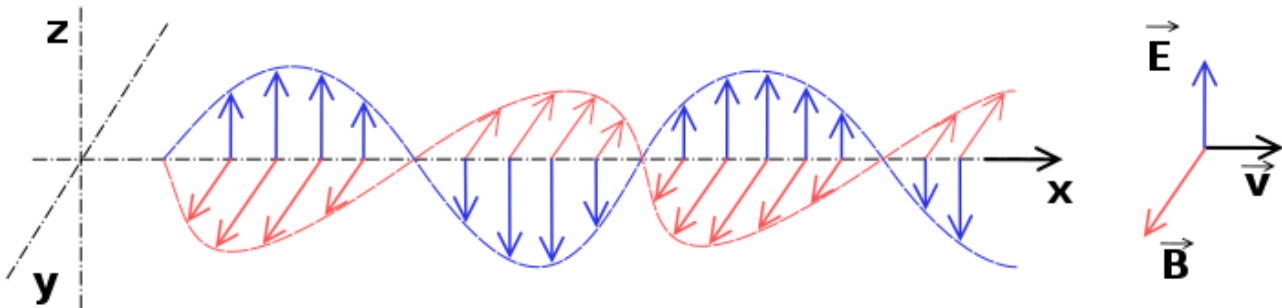
يؤثر وجود الغلاف الجوي حول الأرض على رصد النجوم من المراصد و التلسكوبات الأرضية حيث يتم امتصاص بعض أطوال الأمواج.

وفي الفضاء يستطيع التلسكوب أن يكتشف الضوء القادم من النجوم أو المجرات أو غيرها من الأجسام الفلكية قبل أن يمتص أو أن يتبعثر عن طريق الغلاف الجوي لذا فالتلسكوب في الفضاء يعطي نتيجة أحسن (في وضوح الصور) من حتى أكبر تلسكوب موجود على سطح الأرض. [2]

2.1 الأمواج الكهرومغناطيسية :

هي الموجات التي تنتشر في الفراغ والأوساط المادية، ومن أشهر أنواعها الموجات المرئية والأشعة السينية وأشعة جاما (γ) . وتتكون هذه الموجات من المجالين الكهربائي والمغناطيسي متعامدين أحدهما على الآخر، متغيران ومتلازمان ومتفقان في الطور كما توضح الصورة التالية:

- متفقان في الطور تعني أن لكل واحد منهما نفس الزمن للعودة لنقطة البداية –



الشكل (1-أ) : العلاقة بين الشعاع الكهربائي E و الشعاع المغناطيسي B

و الأمواج الكهرومغناطيسية تقسم إلى عدة أقسام منها المرئية وأمواج الراديو و أمواج جاما (γ) الخ. و هذه التقسيمات تتم عبر طول الموجة أو شدة التردد اللذان تربطهما العلاقة التالية :

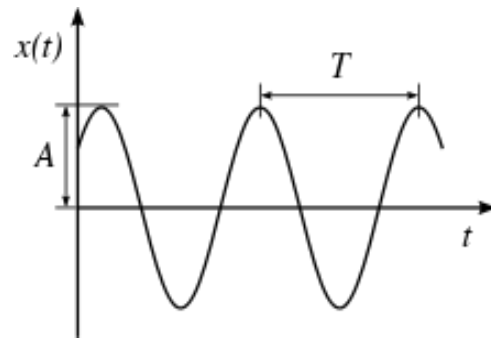
$$\lambda = \frac{C}{\nu}$$

بحيث:

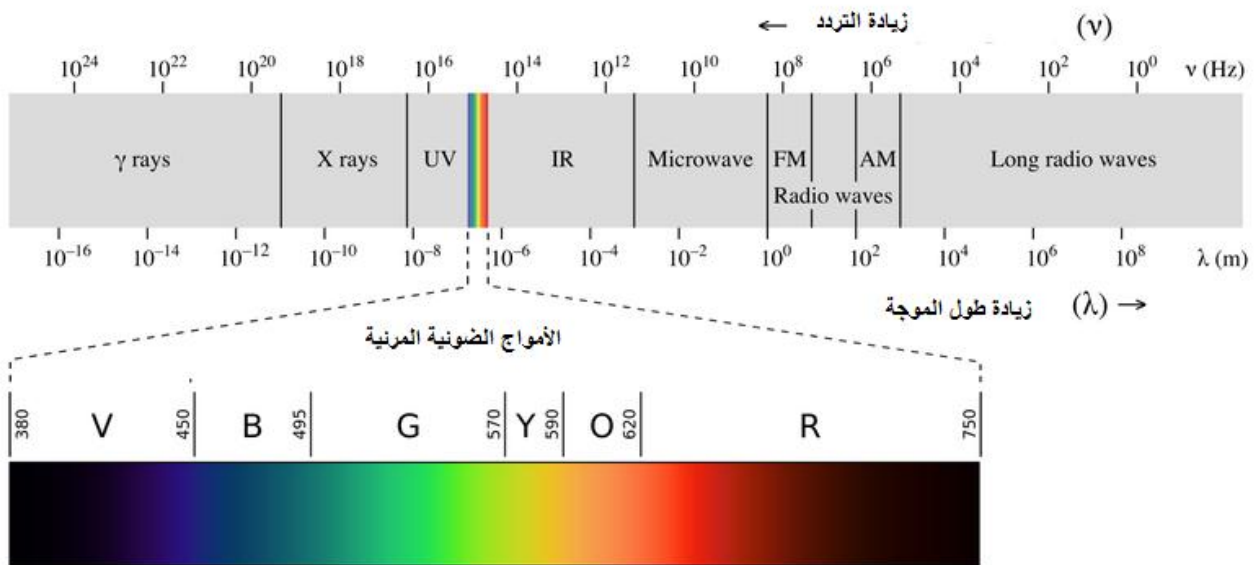
λ : طول الموجة، C: سرعة الضوء، ν : التردد

و التردد هو عدد الموجات التي تمر من خلال مقدار ثابت في فترة زمنية محددة.

مقلوب الثانية يصطلح عليه بالرمز (Hz) و هو الهرتز، و الزمن اللازم لمرور موجة يسمى الطور T. و الطور هو الزمن اللازم للقيام بدورة كاملة و يعني ذلك الزمن اللازم للعودة لنقطة البداية كما يوضح البيان التالي :



الشكل (2) : رسم بياني للطور



الشكل (3) : تقسيم الأمواف الكهرومغناطيسية

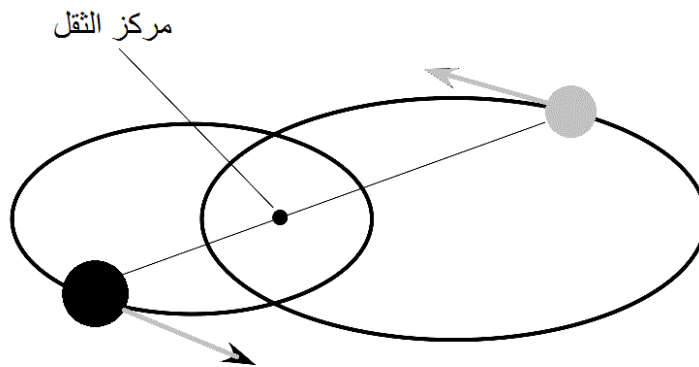
3.1 أنواع النجوم الثنائية:

1.3.1 النجوم الثنائية المرئية:

هي نجوم ثنائية (مرتبطة فيما بينها بالجاذبية) بينهما مسافة بحيث تسمح برصدهم كنجم ثنائي بالتلسكوب [3] ، و قد تم اكتشاف هذا النوع من النجوم الثنائية عن طريق التقاط الصور في المجال المرئي بالتلسكوبات الفضائية أو طريقة التصوير بالرفائق " Speckle Imaging ". النجمين α centauri A و α centauri B أحسن مثال على ذلك.

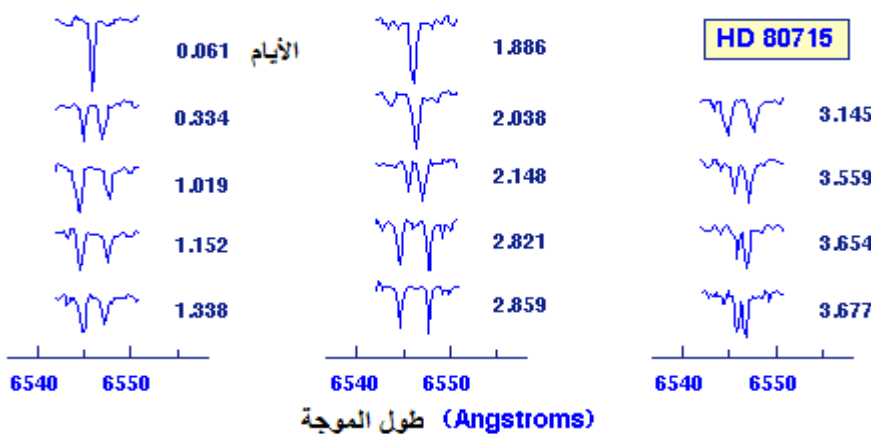
2.3.1 النجوم الثنائية الطيفية:

هي ثنائيات نجوم تكون الخطوط الطيفية لكل نجم مزاحة أولاً نحو الأزرق ثم بعدها نحو الأحمر لأن كل نجم في الثنائية يتحرك أولاً نحو الأرض ثم يبتعد عنها في إطار حركة النجمين حول مركز ثقلهما [3]، حيث يغطي أحدهما على الآخر أي يحصل بينهما كسوف وتعرف هذه النجوم بـ (" Eclipsing binary ") كما يوضحه الشكل التالي :



الشكل (4) حركة النجمين حول مركز الثقل

" Center Of Mass " هو مركز الكتلة أو الثقل و يكون أقرب للنجم الأكبر حجماً من بين النجمين. أول اكتشاف كان سنة 1889 من قبل " Antonia C. Maury " عن طريق ملاحظتها لازدواجية الموجة الطيفية القادمة من النجم " Betta Aurigae " من حيث تغيرها مع الزمن و هذا الشكل هو الأكثر شيوعاً بحيث واحد من أصل ثلاثة نجوم ينتمي لهذا النوع

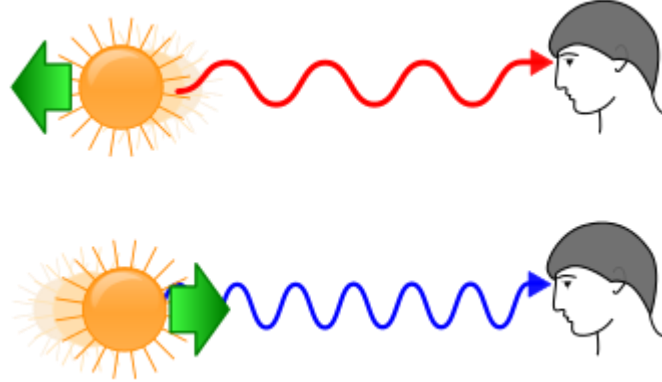


الشكل (4-أ) : بيان لازدواجية الموجة الطيفية

و هناك نجوم ثنائية متقاربة جداً فيما بينها بحيث يحصل هناك تبادل للمواد الموجودة في النجمين ويحصل هذا عبر سقوط المادة في مجال جاذبية النجم الثاني مع تحرير مقدار من الطاقة.

4.1 قياس الأبعاد :

و هنا نبدأ بتعريف الانزياح نحو الأحمر و الانزياح نحو الأزرق فالأول يعني النجم يبتعد و الثاني يعني عكس ذلك



الشكل (4-ب) : رسم يوضح العلاقة بين لون الموجة المرصودة و اتجاه تحرك المصدر

و هو يعرف بتأثير "دوبلر" (L'effet Doppler) و الذي قدمه " كريستيان دوبلر " سنة 1842 في مقالته. و الذي سيتم شرحه بشكل معمق في نهاية هذا الفصل.

5.1 قياس المسافة بين النجوم

في الليل عند النظر للأعلى نجد أن النجوم كلها تشع ،ولكن لا نستطيع معرفة بعد مسافتها لان النجوم تبدو كلها بنفس البعد هذا ما أدى الفلاسفة الإغريق قديما إلى القول بأن النجوم كلها تبعد بنفس المسافة و لكنها موضوعة فوق كرية كبيرة تحيط بالأرض.

و سنة 1674 " روبرت هووك " أشار إلى المشاكل المتعلقة بحساب مسافة النجوم ، بحيث أن " إسحاق نيوتن " حاول معرفة بعد النجم (Sirius) بمقارنة شدة الضوء القادم من هذا النجم و شدة الضوء القادم من الشمس. ولكن بعد التطور الكبير في مجال علوم الفلك و الذي كان للعرب فيه مساهمة كبيرة أصبح هنالك طرق متعددة لرصد بعد النجوم

1.5.1 طريقة اختلاف المنظر او (Parallax):

التلسكوبات الأولية لم تكن حساسة بما فيه الكفاية للكشف عن هذه الطريقة ،أول شخص نجح هو عالم فلكي ألماني و اسمه هو Friedrich Wilhelm Bessel 1846/3/11-1784/7/22

في عام 1838 استطاع قياس زاوية اختلاف المنظر (P) للنجم الثنائي (61 Cygni)

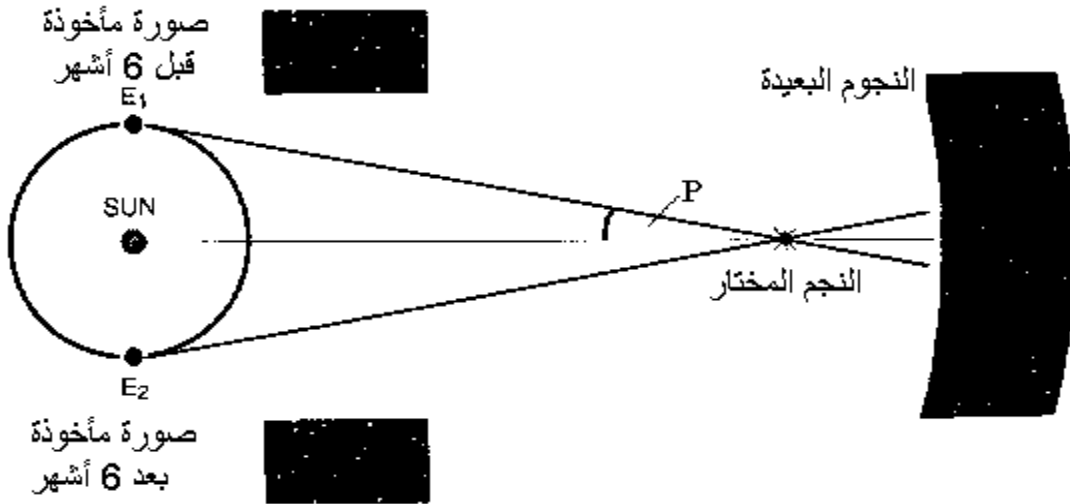
ومثال ذلك في حياتنا اليومية هو مد يدك و تناوب النظر بالعينين مع غلق العين الأخرى

و عند محاكاة ذلك في الصورة الكبيرة نجد أن الأرض تدور حول الشمس ب 12 شهر ومنه فإن الموضعين

المتناظرين بالنسبة للشمس هو اخذ صورة عند كل 6 أشهر بالنسبة للعام الواحد ، كما توضح الصورة

التالية :

(<http://www.astronomynotes.com/starprop/trigplx.gif>)



الشكل (5) : صورة توضح كيفية حساب المسافة عبر طريقة اختلاف المنظر (Parallax)

وبعدها يمكن حساب موضع و بعد النجم عن الأرض بحيث الزاوية P تلعب دورا أساسيا في هذا الحساب



هذا النجم قد تحرك بمقدار 0.5 ثانية من القوس في الصورة 2

الشكل (6) : صورة توضح تحرك النجم

بالنسبة لهذا النجم الأخير فإن زاوية اختلاف المنظر (Parallax) فهي نصف المسافة التي تحركها النجم ما بين الصورتين و منه فإن:

$$P = 0.5 / 2 = 0.25 \text{ ثانية من القوس}$$

1 ثانية من القوس (1") هي 1/3600 درجة
و منه نستطيع رسم تمثيل بياني لتوضيح ذلك :



الشكل (7) : رسم يوضح كيفية حساب البعد عن طريق زاوية اختلاف المنظر (Parallax)

بحيث أن:

$$d = r/\tan(p)$$

و لنفرض أن $P = 1''$
 إذن يصبح لدينا :

$$d = 150\,000\,000/\tan(1'') = 30 \text{ مليون كلم}$$

و هذه المسافة تسمى الفرسخ الفلكي (parsec) و التي هي وحدة أساسية في قياس المسافات الفلكية.
 المسافة 1 فرسخ الفلكي (1 parsec) تساوي $\frac{1}{p}$ وحدتها هي بالثواني من القوس و هي بالشكل الرياضي

كما يلي :

$$(1) \dots\dots\dots d = 1/P \text{ (ثانية من القوس)}$$

و بالعودة إلى الشكل 1 نستطيع حساب المسافة بالعلاقة الرياضية (1) و نجد :

$$d = 1/ p = 1/ 0.25 = 4$$

و من ذلك نستطيع القول إن النجم يبعد عنا ب 4 ثانية من القوس أو 4 parsec

2.5.1 طريقة القياسات المطلقة (قوة و شدة الضوء) :

بالعين المجردة نرى أن النجوم البعيدة ثابتة و لكن في حقيقة الأمر حركتها مثل حركة القمر بالنسبة للأرض و الأرض بالنسبة للشمس ،ولكن صعوبة رؤية هذا التغير بالعين المجردة أدى إلى عدة مشاكل بالنسبة للباحثين قبل استعمال التلسكوبات.

يوجد عدد كبير من النجوم المتغيرة، تغير في شدة الضوء المنبعث منها سواء بشكل ثابت دوري أو غير ثابت.

هذا التغير يفسر بعدة أسباب، ونضرب مثالا بذلك النجم المتغير "Algol" و الذي يتكون من نجمين يدوران حول بعضهما، و عند تحرك نجم أمام الآخر تنقص شدة الضوء المنبعث من ذلك النجم (بعد تغطية نجم لآخر تنقص الشدة لانبعث الضوء من نجم واحد فقط كما يحدث عند الكسوف) بالنسبة للأرض.

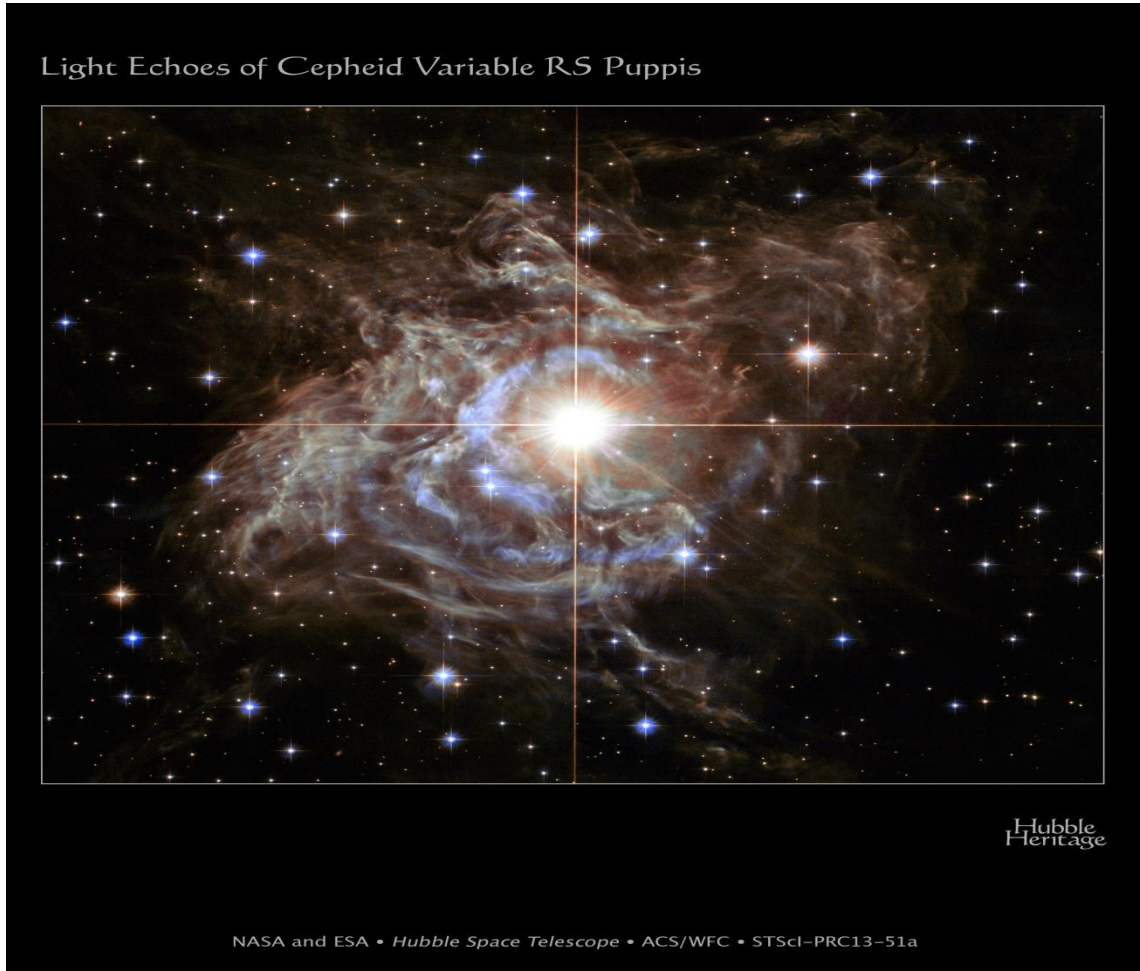
و هناك نجم أظهر أهميته في مساعدة العلماء الفلكيين في تحديد مسافات النجوم و هو النجم المتغير "Cepheid"

"Cepheid" مثل باقي النجوم في المراحل الأخيرة من حياته يكبر حجمه و يصبح يسمى بالعملاق الأحمر و منه إلى نجم متغير و ثم تأتي نهايته .

وهناك مجموعة كاملة من النجوم تسمى " Cepheids " ، و قد سميت كذلك بعد اكتشاف النجم الأول من هذا النوع .

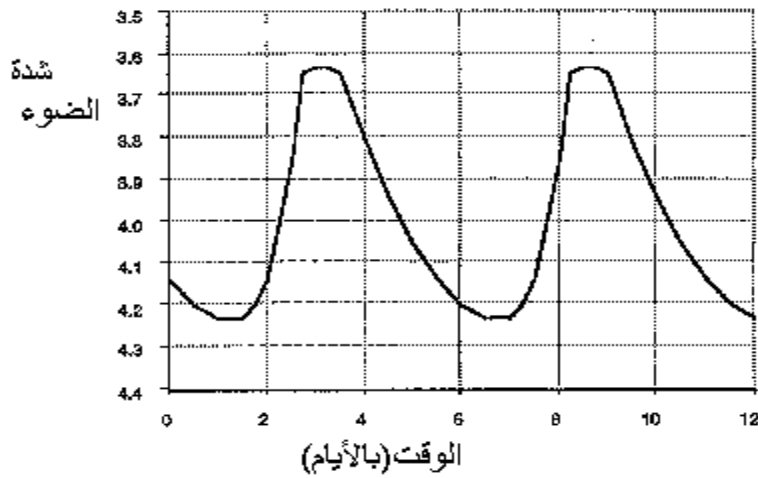
مايميز هذه المجموعة من النجوم المتغيرة هو انه تتغير شدة الضوء المنبعث منها بشكل ثابت و دوري و التي تتراوح مدتها ما بين 1 إلى 70 يوم .

الصورة التالية توضح مجموعة النجوم المتغيرة " Cepheids " :



الشكل (8) : صورة لمجموعة نجوم " Cepheids "

الشكل الآتي هو للنجم المتغير "Delta Cepheid" و الذي يوضح شدة الضوء القادم منه بشكل دوري و مدته بالتقريب 5 أيام



الشكل (9) : بيان يوضح شدة الضوء بدلالة الوقت

شدة الضوء تقاس بتحديد مقدار الأشعة في ثانية واحدة.

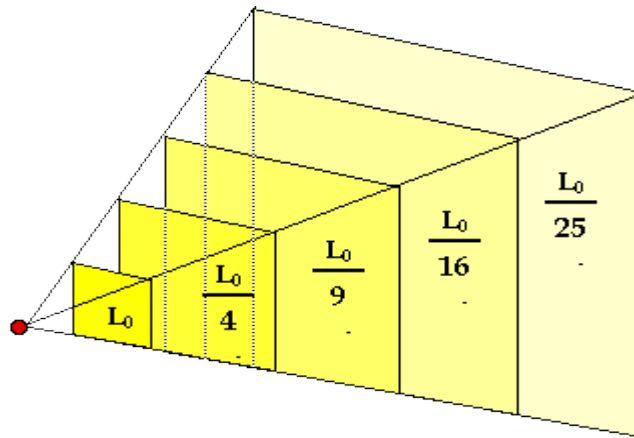
ويتم قياس المسافات بمقدارين المقدار الأول يعطينا شدة الضوء المرصودة من الأرض و يسمى بالقياس الظاهر و الآخر هو المقياس المطلق و الذي يعطينا القيمة الكلية لشدة الضوء المنبعثة من النجم في كل الاتجاهات و القياسان مرتبطان لوغاريتميا ، بمقدار 5 مع الذكر أن المقدار 5 يقابله 100 في قسمة شدة

الضوء (المقادير الصغيرة تعني النجوم مضيئة) القياس أو القدر المطلق مرتبط بشدة الضوء المنبعثة من النجم أما القياس الظاهر يتم قياسه هنا في الأرض من قانون مقلوب التربيع و الذي ينص على العلاقة بين شدة الضوء القادمة من المصدر و البعد بين المرصاد و المصدر، يعني أن الشدة لها علاقة عكسية مع مربع المسافة.

$$\text{intensity} \propto \frac{1}{\text{distance}^2}$$

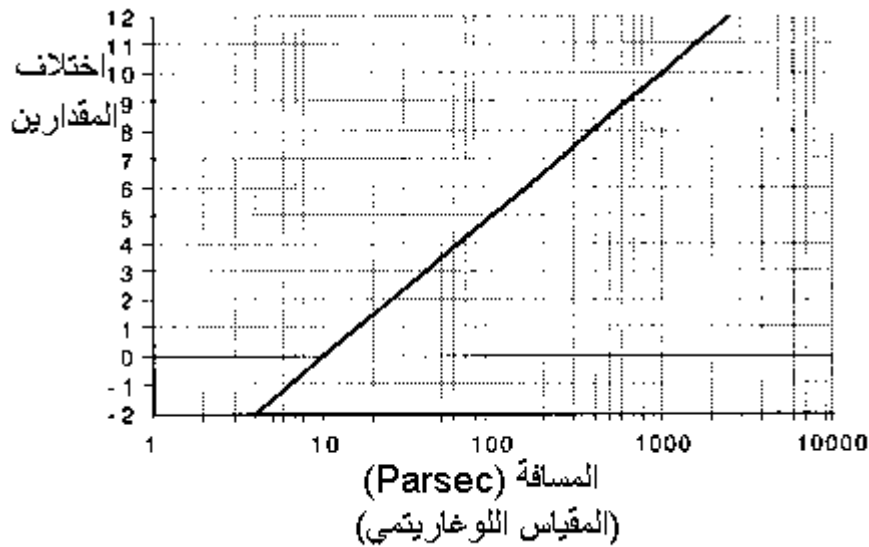
مثال:

إذا كنت بعيد بمرتين عن مصدر الضوء يعني انه يظهر أربع مرات أخفت.



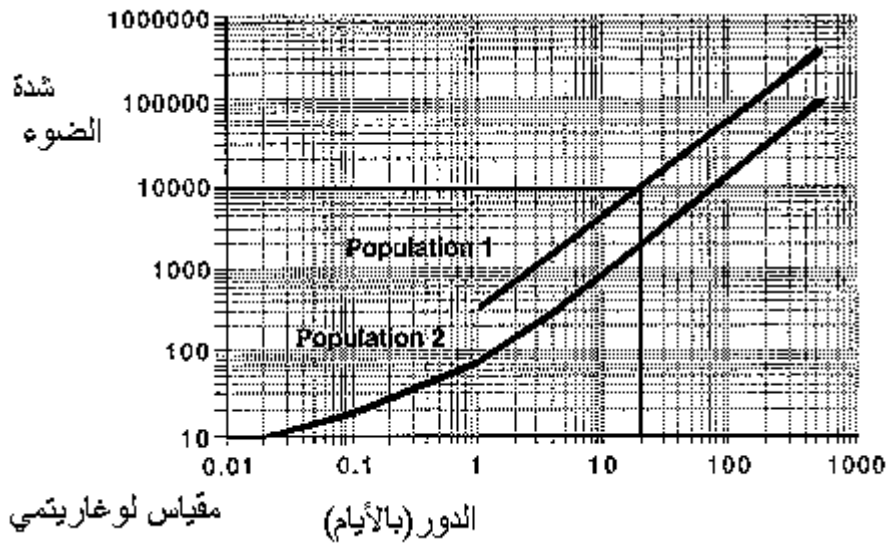
شكل (9_أ) يبين العلاقة بين شدة الضوء و المسافة

ومن هنا نستطيع أن نستنتج معادلة رياضية تربط بين شدة الضوء و بعد المسافة، و ذلك يتيح لنا حساب المسافات بوحدة parsec (الفرسخ الفلكي).



الشكل (10) : بيان يوضح الاختلاف بين المقدارين بدلالة المسافة

ونرى العلاقة بين المقدارين و شدة الضوء بشكل ابسط في البيان التالي



الشكل (11) : شدة الضوء بدلالة الدور

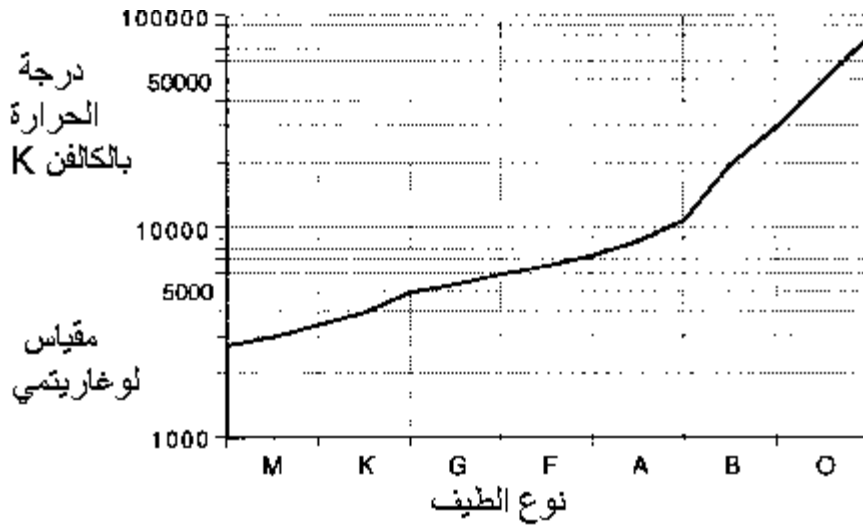
من البيان نرى أن شدة الضوء يجب ان تكون 10000 مرة من شدة الضوء الناتج من الشمس، وهذا يتناسب مع اختلاف المقدارين بـ 10 و بما ان القدر المطلق للشمس في المجال الطيفي المرئي 4.8 فإن القدر المطلق للنجم يكون

$$4.8 - 10 = -5.2$$

3.5.1 طريقة الألوان :

قد تبدو هذه الطريقة غريبة و لكن في الحقيقة هي طريقة حسابية عادية جدا، و لكن عند النظر بالعين المجردة تبدو كل النجوم ذات لون واحد (أبيض)، يمكن تمييز الألوان أو فصلها عند تمرير ذلك الضوء من خلال موشور

زجاجي بحيث هذا الأخير يقسم الضوء إلى الألوان المكونة له ،النتيجة هي طيف يحمل معلومات تدل على درجة حرارة ذلك النجم. كما يظهر في البيان الآتي:



الشكل (12) : بيان يوضح العلاقة بين الحرارة و الطيف القادم من النجم

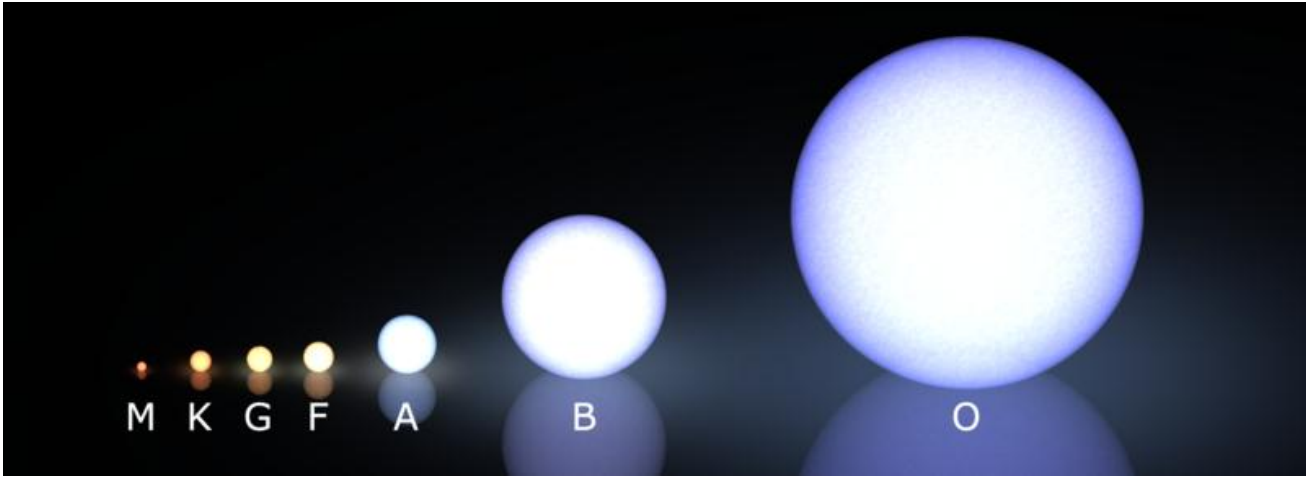
تنقسم النجوم إلى 7 أنواع تبعا للطيف الصادر عنها. مثال ذلك في الصورة التالية التي هي من كويكبة اوريون (Orion Constellation)



الشكل (13) : صورة كويكبة اوريون

بحيث تحتوي هذه الصورة على النجم العملاق الأحمر ذو حرارة منخفضة في أعلى الصورة من اليسار و يسمى (Betelgeuse)، و في الأسفل جهة اليمين نجد النجم الأزرق و هو نجم شديد الحرارة يسمى (Rigel)

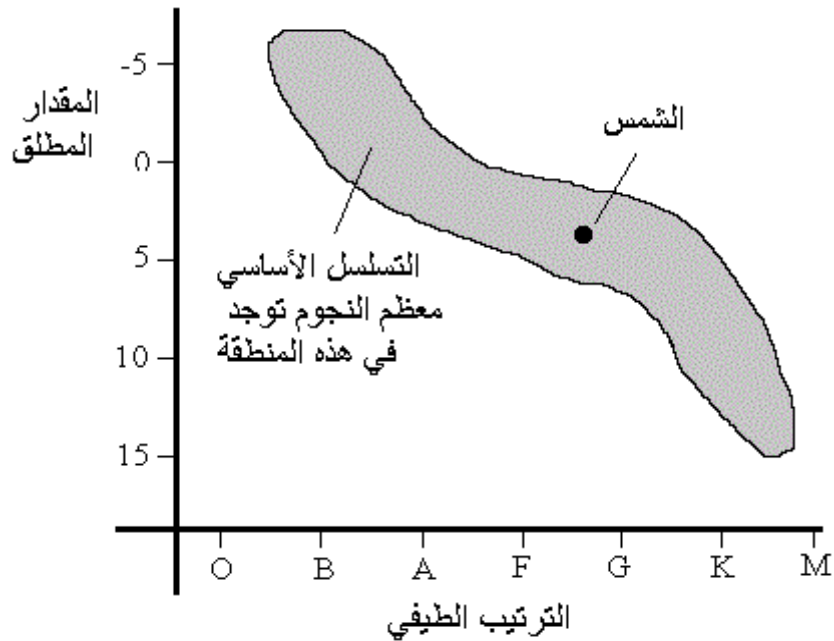
أنواع النجوم هي (O,B,A,F,G,K,M) ومركبة حسب درجة حرارة النجم ، مثل O للنجوم الزرقاء ثم تتابع مع الأحرف الألوان الأبيض ثم الأصفر و من بعده البرتقالي و الحرف M يخص النجوم ذات اللون الأحمر كما و نرى في التوضيح البياني الآتي :



الشكل (14) : رسم يوضح العلاقة بين الحجم و لون النجم

إننا يمكننا تقدير درجة حرارة النجم بمجرد النظر إليه من خلال لونه. نتطرق فيما يلي إلى طريقة تحديد المسافة بين النجوم و الأرض.

وذلك يتم عن طريق قانون " وين " " Wien " وهي من الشكل (ثابت) $T \times \lambda_{max} = Constant$ بحيث نستطيع استنتاج الشدة المنبعثة انطلاقاً من درجة الحرارة، و من العادة أن النجوم التي هي من نفس النوع هي من نفس الحجم، إذا بمجرد معرفة شدة الضوء المنبعث من ذلك النجم نستطيع معرفة القدر المطلق ومنه المسافة. كما نرى في الصورة التالية كيف يتم ترتيب النجوم حسب نوعها:

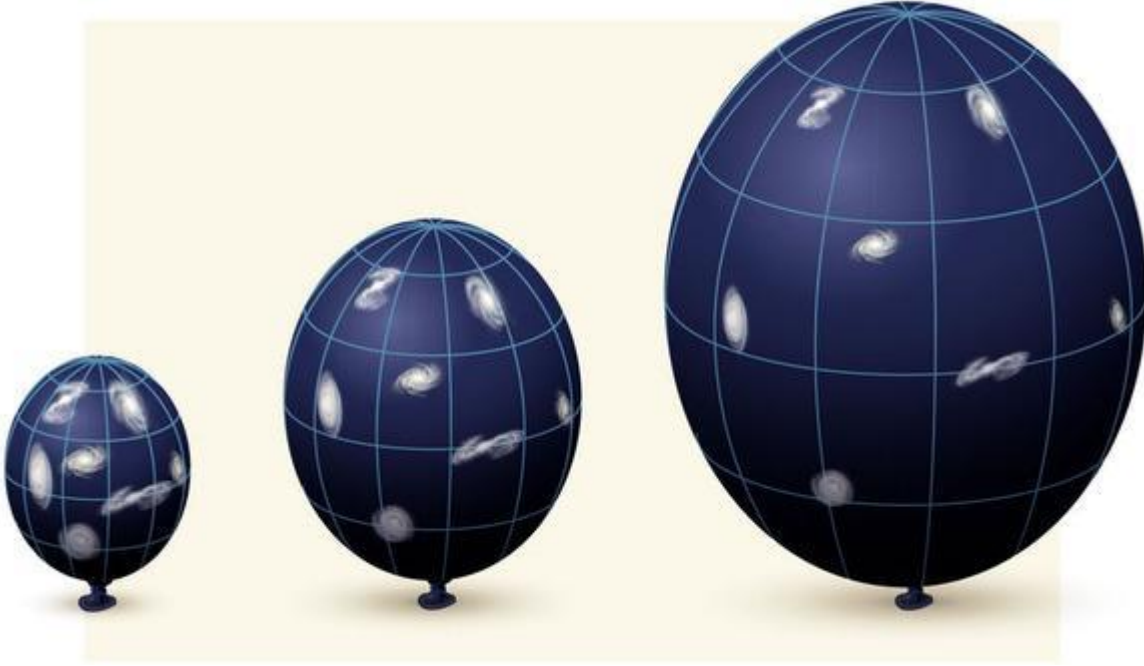


الشكل (15) : بيان يوضح ترتيب النجوم حسب الطيف المنبعث منها

البيان السابق معروف باسم مخطط " Hertzsprung Russell " يظهر تغير القدر الظاهر (brightness) للنجوم بدلالة درجة الحرارة الفعلية للنجم

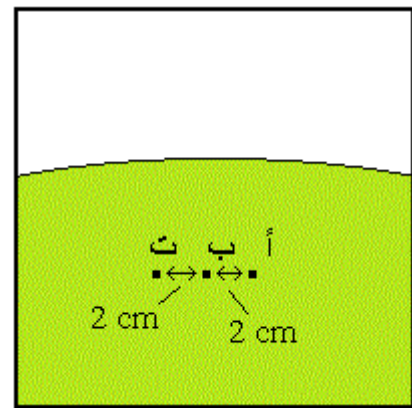
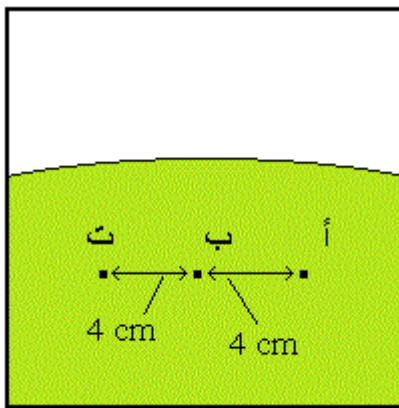
4.5.1 طريقة توسع الكون:

الكون يتوسع و هذا ما تم اكتشافه في عام 1920 من قبل "أدوين هوبل" "Edwin Hubble" فقد سمي عليه تليسكوب "هوبل" الذي أطلق في 14 ابريل عام 1990، هذا العالم قد وجد أن المجرات تبتعد عن مجرتنا و قد تم تبسيط هذه الفكرة بحيث يمكن اخذ بالون مفرغ من الهواء و رسم نقاط عليه و بعد ملئه بالهواء تبتعد النقاط فهذا تمثيل لتوسع كوننا



الشكل (16) : رسم يوضح توسع الكون

لفهم العلاقة بين المسافة و التوسع نرجع لمثال البالون و لنرسم ثلاث نقاط عليه



الشكل (17-18) : رسمان يوضحان توسع الكون على مستوى البالون

فنرى أن كل نقطة تبعد نفس المسافة مع النقطة التي تليها و بعد ملء البالون بالهواء قليلا يتمدد و من ثم تصبح المسافة بين النقاط ابعد قليلا و ذلك مطابق تماما لما و جده "Hubble" عن ابتعاد المجرات عن بعضها بسرعة متساوية، ومنه قد وجد قانون "Hubble".

و الذي يعطينا العلاقة بين المسافة بين المجرات و سرعتها :

$$v = H * d$$

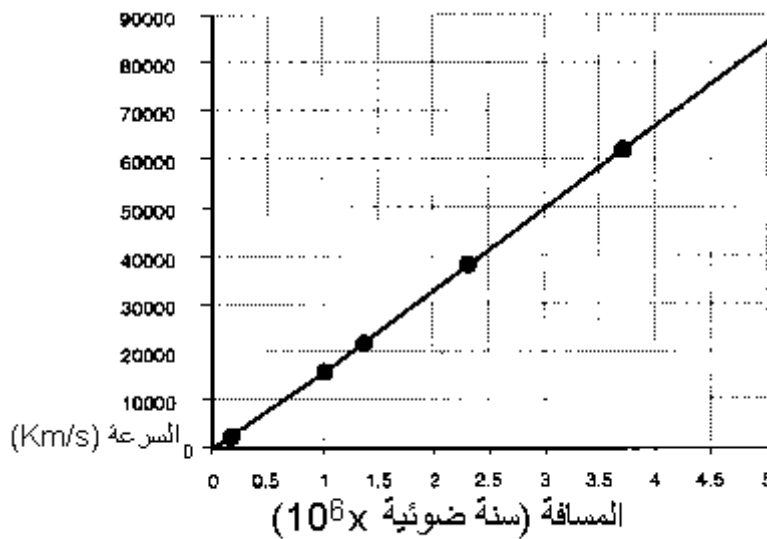
بحيث :

v : هي السرعة ، d : هي المسافة تقاس بالفرسخ الفلكي (pc)

H : ثابت "Hubble" "هابل" يقدر حاليا بـ: 67.66 ± 0.42 حسب آخر القياسات ، وحدته (Km/s/Mpc) [4]
بحيث :

$$1 \text{ Mpc} = 10^6 \text{ pc} = 3.086 \times 10^{19} \text{ Km} \quad \text{أو} \quad 1 \text{ Mpc} = 3.26 \text{ سنة ضوئية}$$

وقد تمكن "Hubble" من وضع رسم بياني يوضح العلاقة بين المسافة و السرعة لبعض المجرات كما يوضح البيان التالي :



الشكل (19) : رسم بياني يوضح سرعة المجرات بدلالة المسافة بينها و بين الأرض

و كما نرى في الشكل فهذا البيان يخص خمسة مجرات مطبقة فيها قانون "Hubble" . و علماء الفلك حددو

سرعات المجرات بتأثير "دوبلر" . بحيث بعد تحليل الطيف الضوئي القادم من المجرة نقوم بقياس مقدار

الانزياح لعنصر معين بقارنته مع نظيره في المخبر فإذا كان اتجاه الإزاحة نحو طول موجة اللون الأزرق فإنها

تقترب من الأرض و إذا كان في الاتجاه الآخر أي نحو طول الأحمر فإن المجرة تبتعد عن الأرض وهذا تحليل

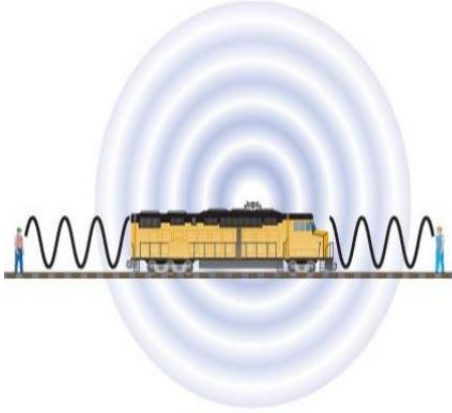
أولي لإستنتاج أن المجرة تبتعد أو تقترب فقط و لكن في العلاقة التالية نستطيع تحديد السرعة بدقة.

عبر النظر إلى الطيف الضوئي نستطيع تحديد سرعة المجرة عن طريق مقدار الانزياح و تشبه بشكل كبير

الموجات الصوتية و مقدار انزياحها أيضا فمثلا سيارة الإسعاف عند تشغيل الإنذار يمكن الإحساس بالإختلاف

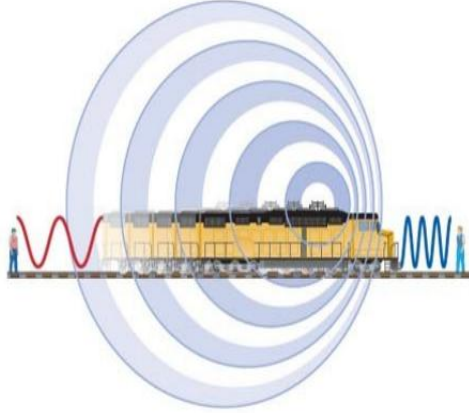
في الصوت (عند إقترابها أو إبتعادها).

القطار ثابت



صوت صافرة القطار يكون متشابهها مهما كان موضعنا بجانب القطار الثابت

القطار يتحرك نحو اليمين



بالنسبة للقطار المتحرك فإن الصوت الذي تسمعه يعتمد على ما إذا كان القطار يتحرك نحوك أم يبتعد عنك (في الصورة نجد التوضيح بالألوان حيث نرى طول الموجة ينزاح نحو الأزرق أو الأحمر)

المصدر الضوئي يتحرك نحو اليمين



في حالة مصدر ضوئي متحرك فإبتنا نجد نفس الحالة الفيزيائية لتأثير دوبلر "Doppler Effect" ولكن في حالة الضوء فإن الإنزياح يكون صغيرا بحيث لا يمكن الكشف عنه بالعين المجردة

الشكل (20) : رسم يوضح تأثير " دوبلر " بالأموح الصوتية و الأموح الضوئية

و العلاقة التالية تبين ذلك بطرق حسابية رياضية :

$$\lambda_{\text{المصدرة}} = \lambda_{\text{المخبر}} \cdot \left(1 \pm \frac{V}{c}\right) \dots\dots\dots (أ)$$

بحيث :

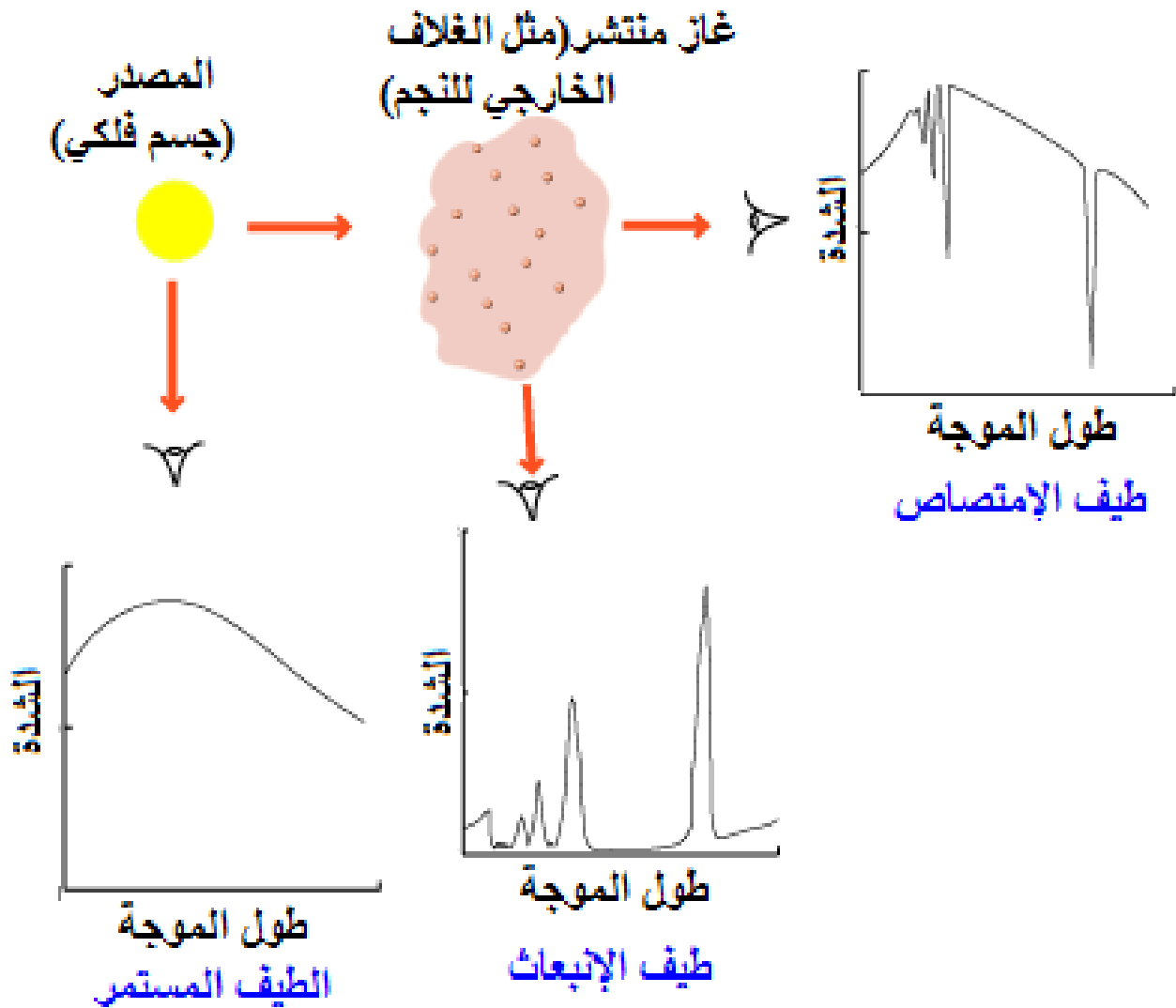
$\lambda_{\text{المخبر}}$: هي طول الموجة المقاسة في المخبر و التي لم يطرأ عليها أي تحويلات لذا يتم استعمالها كمرجع أو معلم

V : سرعة المجرة أو النجم

C : سرعة الضوء (299792458 m/s)

$\lambda_{\text{المصدرة}}$: هي طول الموجة التي يتم رصدها من الجرم

خطوط الامتصاص و خطوط الإصدار المقاسة تختلف من نجم لآخر بما أن لكل نجم مركبات كيميائية مختلفة حسب عمره وحجمه و درجة حرارته وتختلف حتى من جسم فلكي لآخر . فالغازات الخارجية للنجم أو للسديم تصدر و تمتص مجالات مختلفة و معينة لأطوال الأموح الكهرومغناطيسية في حين الجسم الأسود " Black Body " و الذي هو جسم فيزيائي مثالي حيث كل الأموح الكهرومغناطيسية الصادرة عنه لها شدة تعتمد فقط على حرارة الجسم و الشكل التالي يوضح ذلك :



الشكل (21) يمثل كيفية إنتاج طيف امتصاص و طيف إصدار من نفس المصدر (نجم)

6.1 قواعد البيانات النجوم الثانية:

هذه البيانات تأتي من مطيافيات مختلفة ويتم تخزينها في أرشفة. استعمال هذه الأرشفة من قواعد البيانات مفتوح لجميع الباحثين. في حين نحن سوف نستخدم البيانات من مطيافي " Sophie " و " FEROS " .

يتم يستعمل مطياف " Sophie " منذ سنة 2006 حيث يتم به رصد الأمواج الكهرومغناطيسية المحصورة ما بين 3872 و 6943 \AA (Angstrom)، يتم التحكم به كلياً عن طريق الحاسوب، يختص هذا المطياف في رصد النجوم التي هي من النوع (F,G,K,M) عادة، مطياف " Sophie " ساعد الباحثين في علم الفلك إلى تحديد الكثير من سرعات النجوم و تصل دقته إلى فارق 2 أو 3 (m/s).

و المطياف " Feros " حديث الصنع و يستعمل احدث الأجهزة حيث يتم به التقاط الصور عالية الدقة ،بدأ استعماله منذ سنة 1998 و تم تغيير عدسة المطياف من ذات العرض بالمتر 1.52 إلى 2.2 سنة 2002 ،بحيث يغطي هذا المطياف كامل مجال الأمواج الكهرومغناطيسية المرئية 350nm - 920nm .

ويتم استعمال المطياف " Feros " من قبل المرصد الأوروبي الجنوبي (ESO) في " لا سيلا " ، " شيلي " ويتم استعمال المطياف " Sophie " من قبل المرصد (OHP) بفرنسا.

أرشيف " صوفي " " Sophie " يتيح لنا الوصول إلى عدة بيانات الملاحظات التي تمت عن طريق " رسم الطيف " أو " Spectrograph " منذ بدايتها سنة 2006 ، بحيث نجد العديد من البيانات الخاصة بالنجوم من حيث بيانات الأطياف و السرعات و غيرها، وكل هذه المعلومات يمكن تحميلها من الموقع [5]

و يفيدنا هذا الموقع في دراستنا للنجم المزدوج العملاق HD 166734 + O7.5If + O9I(f)

أو باختصار " HD 166734 " .

ووجهة الموقع تكون من الشكل :

الشكل (22) واجهة موقع " Sophie "

و للحصول على البيانات نعبأ في الخانة رقم 1 اسم النجم " HD 166734 " ،ثم نقر على " Get Spectra " للحصول على البيان تظهر لنا 3 خيارات ،نختار الخيار الثاني " السطر الثاني " ،نهتم بالخيارين :

" Get_spec " و " View_spec " كما توضحه الصورة التالية :

The SOPHIE archive

Spectra (series truncated to the first observation)

objname	RA (J2000) Dec	S	E	seq	slen	date	mode	fiber_b	exptime	sn26	view_spec	view_head	get_spec	get_e2ds	customize	search_ccf
HD166734	J181224.7-104353	S	E	1649310	1	2013-08-22	HE	SKY	2400.0	58	view_spec	view_head	get_spec	get_e2ds	customize	search_CCF
HD166734	J181224.7-104353	S	E	1649770	1	2013-08-23	HE	SKY	2400.0	195	view_spec	view_head	get_spec	get_e2ds	customize	search_CCF
HD166734	J181224.7-104353	S	E	1650220	1	2013-08-24	HE	SKY	1800.0	146	view_spec	view_head	get_spec	get_e2ds	customize	search_CCF

[Display this selection as plain text](#)
[Show all the observations, even for long series](#)
[Search the CCF for the same objects](#)
[Apply the same selection to the Elodie archive](#)
[Get the wget commands to download all the selected 1D spectra](#) [Explanations](#)
[Get the wget commands to download all the selected E2D spectra](#) [Explanations](#)

Object name or list: HD 166734

Constrain any fields, choose the fields to display, and order the records

Field	Constraint	Show	Sort
objname		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
RA (J2000) Dec	ra dec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
seq		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
slen		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
date		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
mode		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

الشكل (23) واجهة موقع "Sophie" بعد اختيار الخصائص السابقة

الخاصية "View_spec" تتيح لنا رؤية البيان مباشرة من الموقع كما يظهر لنا

The SOPHIE archive

FITS processing pipeline

Display the spectrum

File identification and executed pipeline: sophie:[s1d,1649770]&z=vs

Replot in wavelength range [] to [] [0.1 nm]

View Header Download the 1D spectrum as FITS file

Home

الشكل (24) واجهة موقع "Sophie" بعد النقر على "View_spec"

والخاصية "Get_spec" تتيح لنا تحميل ملف معلومات من الصيغة "fits" حيث يجب فتحه ببرنامج يسمى "FV" أو "Fits Viewer" و الذي سيتم التعريف به في الفصل التالي.

وبالنسبة لأرشيف المطياف " Feros " يمكن استعمال موقع " Vizier " [6] لاستخراج البيانات وذلك عبر اختيار المطياف المستعمل ، حيث واجهة الموقع تكون من الشكل :

The screenshot shows the Vizier website interface. At the top, there is a navigation bar with links for Portal, Simbad, Vizier, Aladin, X-Match, and Help. Below this, the main content area is titled 'VizieR' and includes a search criteria section. A search input field contains 'SPECTRUM'. Below the search field, there are options for 'Search by Position across 181' and 'Target Name (resolved by Sesame)'. A 'Find Catalogs' button is highlighted with a red arrow and the number 3. Other elements include a 'Tools related to Vizier' section with links to CDS Portal, Spectra, images in Vizier, Photometry viewer, TAP Vizier, and CDS cross-match service.

الشكل (25) واجهة موقع " Vizier "

في الخطوة الأولى نكتب " Spectrum " حيث نريد البحث عن الأطياف فقط، ثم نختار اسم النجم " HD166734 " في الخطوة الثانية، و في الخطوة الثالثة نضغط على " Find Catalogs " ، ومن ثم تظهر لنا واجهة جديدة نختار منها طيف لتحميله و دراسته ،حيث تختلف هذه الأطياف من ناحية سنة رصدها.

The screenshot shows the Vizier website interface displaying search results for 'SPECTRUM' and 'hd166734'. The results table lists 7 catalogs found having potential matches. The table has columns for 'Similar Catalogs', 'ReadMe+ftp', and 'Spectrum'. A red arrow points to the 'Find Catalogs' button from the previous screenshot.

Table	Description	Similar Catalogs	ReadMe+ftp	Spectrum
J/A+A/542/A48	AMBRE project. FEROS archived spectra (Worley+, 2012)	2012A&A...542A...48W	ReadMe+ftp	
J/A+A/594/A116	HI4PI spectra and column density maps (HI4PI team+, 2016)	2016A&A...594A...116H	ReadMe+ftp	
VI/110	Final Merged Log of IUE Observations (NASA-ESA, 2000)	spectrum	Similar Catalogs	ReadMe+ftp
III/164	Catalog of Eq.Widths of Interstellar 217nm Band (Friedemann 1992)	1992BJCDS...40...31F	ReadMe+ftp	
III/251	ELODIE library V3.1 (Prugniel+ 2007) An up-to-date documentation is maintained at http://www.obs-lp.fr/www/archive/archive.html	astro-ph/0703658	ReadMe+ftp	spectrum/fts
VI/129	The FUSE Observation Log (FUSE, 1999-2007)	spectrum	Similar Catalogs	ReadMe+ftp
J/ApJS/216/22	3060-3700Å spectra analysis of early-type stars (Bhatt+, 2015)	2015ApJS...216...22B	ReadMe+ftp	

الشكل (26) واجهة موقع " Vizier " بعد اختيار الخصائص السابقة

الفصل الثاني

برنامج دراسة الطيف

1.2 مقدمة :

في هذا الفصل سنتطرق لتقنيات الملاءمة المستعملة لإيجاد أحسن دالة رياضية تلائم المعطيات المرصودة، نتعرف أولاً على الخوارزمية المستعملة، ثم البرنامج الجزئي الذي يعتمد عليها و المستعمل في لغة البرمجة python كما نتطرق إلى استعمال هذا البرنامج.

2.2 تقنيات ملاءمة الدوال Function Adjustment Technique:

إن الهدف من هذه التقنيات هو البحث عن الدالة الرياضية (نموذج) التي تعطي أفضل تحسين للنقاط التجريبية (القياسات من إشارة معينة) ، حيث لما تكون لدينا معطيات معينة نبحث عن أحسن دالة رياضية يمكن أن تمثلها ، فنستعمل تقنيات الملاءمة حيث نكتب الدالة باستعمال عدة وسائط ، ونبحث عن أحسن قيم لهذه الوسائط ، للحصول على أحسن ملاءمة (تقارب) بين الدالة والمعطيات ، ومن أمثلة الدوال الرياضية الدوال الخطية والدوال غير الخطية [7].

1.2.2 الدالة الخطية The Linear Function :

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

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

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

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.

3.2 خوارزمية ليفنبارغ ماركار : The Levenberg-Marquardt Algorithm

هذه الطريقة تعتمد بالأساس على نشر تايلور من الرتبة الأولى بالشكل التالي :

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

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

هذه الخوارزمية تسمح بتوفير حل عددي لمشكلة تحسين الدالة ، هذه الأخيرة تكون غالبا غير خطية ، أي مرتبطة بعدة متغيرات ، وتطبيقه الأساسي هو الانحدار الخطي من خلال طريقة المربعات الصغرى [7] :

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

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

من خلال ما سبق ذكره نستنتج 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 .

5.2 البرامج المستعملة :

نستعمل أولا " Gnupot " لرسم المنحنيات وإجراء الملاءمة ثم نستعمل لغة البرمجة " Python " لكتابة برنامج الملاءمة لأنه يمكننا من تحكم أفضل في طريقة الملاءمة.

1.5.2 برنامج Gnuplot :

في البداية نعرف البرنامج المستعمل لرسم البيانات "Gnuplot"

هذا البرنامج حر يعتمد على الأوامر المكتوبة (Command line) في استعماله، و هو برنامج متوافق مع الكثير من أنظمة التشغيل مثل : (Windows ,Linux).

وقد تمت كتابته في الأساس لمساعدة الباحثين لرسم البيانات للمعادلات الرياضية و المعطيات و هو برنامج مازال يخضع للتطوير منذ 1986 إلى وقتنا الحالي للتوافق مع أنظمة التشغيل الجديدة و مواكبة تطورها.

و يمكن البرنامج من رسم البيانات على شكل منحنيات سواء كان ثنائي البعد أو ثلاثي البعد .

وهنا نحاول رسم ملف بيانات يحوي طيف ضوئي صادر من نجم، يتمثل في التدفق بدلالة طول الموجة حيث يمكننا الحصول على هذه المعطيات من قواعد البيانات لمختلف المطيافيات.

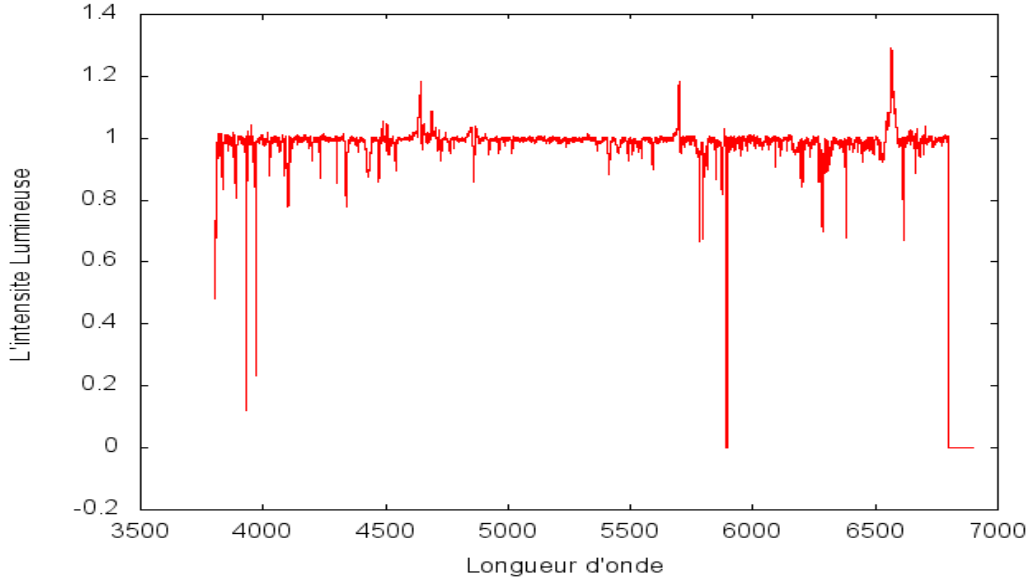
و تتبع الخطوات التالية :

بعد تشغيل برنامج (Gnuplot) ندخل الأمر التالي :

plot " C:/.../.../.../معلومات"

تمثل دليل الملف أو موقعه في القرص الصلب (C:/.../.../.../)

ومن هنا نرى الرسم البياني التالي :

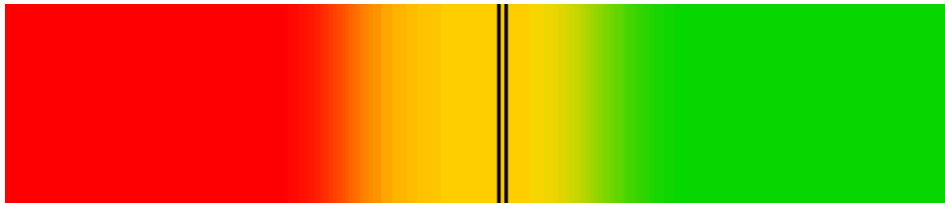


الشكل (3-2) بيان يمثل شدة الضوء القادم من الطيف الضوئي للنجم بدلالة طول الموجة

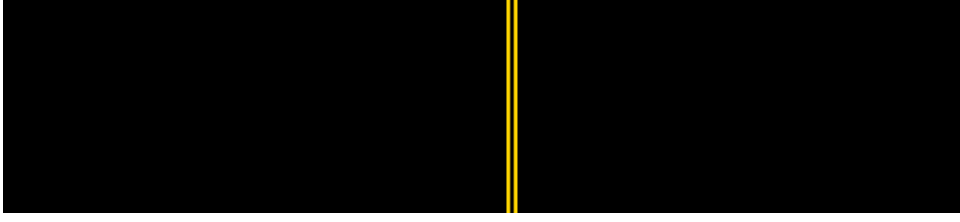
أو يمكن كتابة ملف " Command.plt " يحتوي على كل الأوامر المذكورة أعلاه بحيث يعطينا نفس النتائج ولكن بدون نكتب كل الأوامر على حدة .

و الآن طول الموجة يحسب بالإنفشتروم (Angstrom) (A°) و الذي هو ($10^{-10} m$)، في البيان السابق

[الشكل (3-2)] طول الموجة محصور بالتقريب بين: $3750A^\circ$ و $6750A^\circ$ ، وتحليل البيان و الذي يمثل الطيف الصادر من النجم و الذي نستخرج منه معطيات عن العناصر الكيميائية المكونة له حيث نستطيع التعرف من خلال خطوط الامتصاص و الإصدار المزاحة على سلسلة إيمان للهيدروجين " Hydrogen " مثلا.



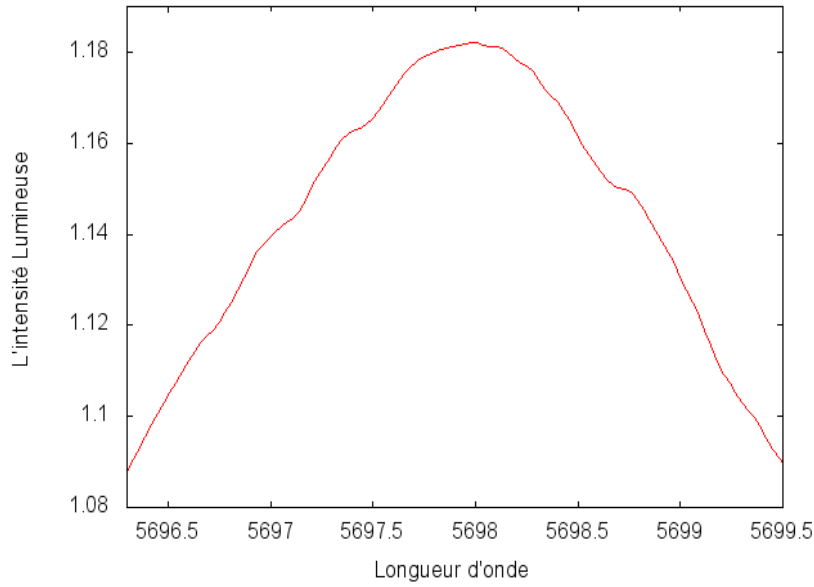
الشكل (4-2) الخط الأسود يمثل طول الموجة التابعة للون الأصفر الممتصة من طرف ذرة الصوديوم Na



الشكل (5-2) الخط الأصفر يمثل طول الموجة التابعة للون الأصفر المنبعثة من ذرة الصوديوم Na

طول الموجة المحسوبة في المخبر هي : 5893Å°

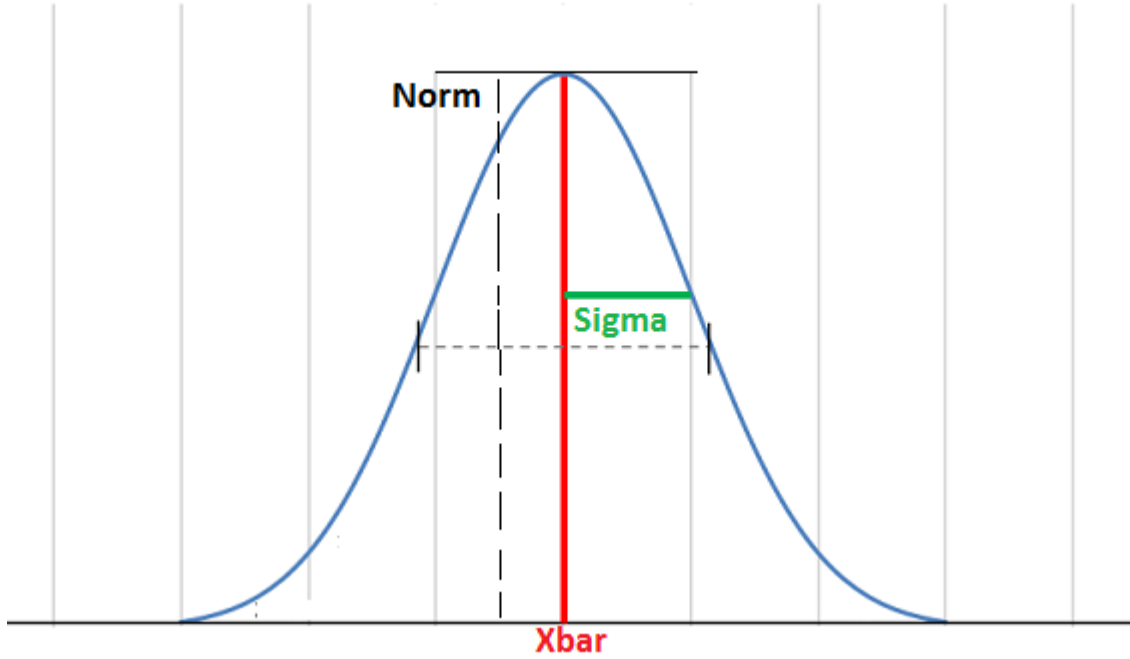
لمعرفة مقدار الإزاحة لأي مركبة طيفية لعنصر ما، يجب أن نحصر الخط الطيفي في مجال يحتوي على المركبة بمفردها ثم نقوم بملاءمة لإيجاد طول الموجة المرصود و الذي يوافق القيمة المتوسطة لمنحنى الجرس، وباستعمال علاقة " دوبلر " " Doppler " و طول موجة نفس العنصر في المخبر نستطيع حساب سرعة النجم.



الشكل (6-2) منحنى الدالة الجرسية

كما نرى في البيان السابق هذه دالة جرسية (Gaussian) او (Bell curve) ، شكلها العام رياضيا هو :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma * \sqrt{2 * \pi}} * e^{-(x-\bar{x})^2 / 2 * (\sigma^2)}$$



الشكل (7-2) رسم بياني يوضح ماهية قيم الدالة الجرسية

حيث :

$$\text{Norm} = \frac{1}{\text{sigma} * \sqrt{2 * \pi}}$$

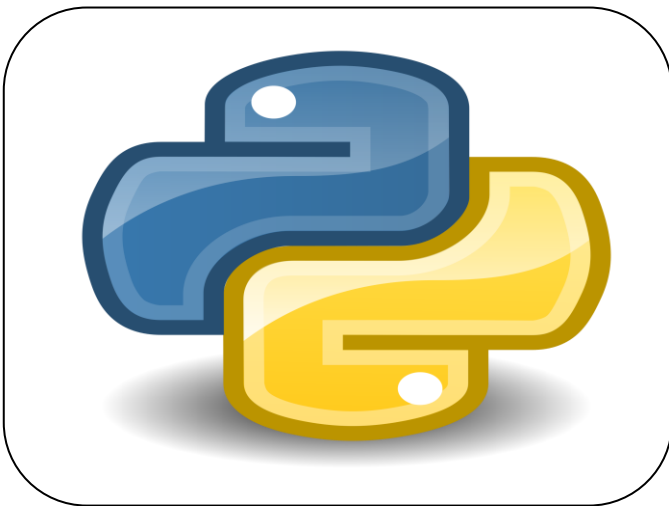
Xbar = طول الموجة

باستعمال البرنامج المذكور سابقا نستطيع حساب كل المجاهيل الموجودة في الدالة باستعمال الخاصية " Fit " و التي تعطينا رسم فوق الدالة الجرسية و قيم المجاهيل ،ولكن ليس بالدقة التي نريدها لذلك نستعمل برنامج آخر يحتوي على خوارزمية ليفنبارغ ماركار " Levenberg-Marquardt " و قمنا بكتابته بلغة البرمجة

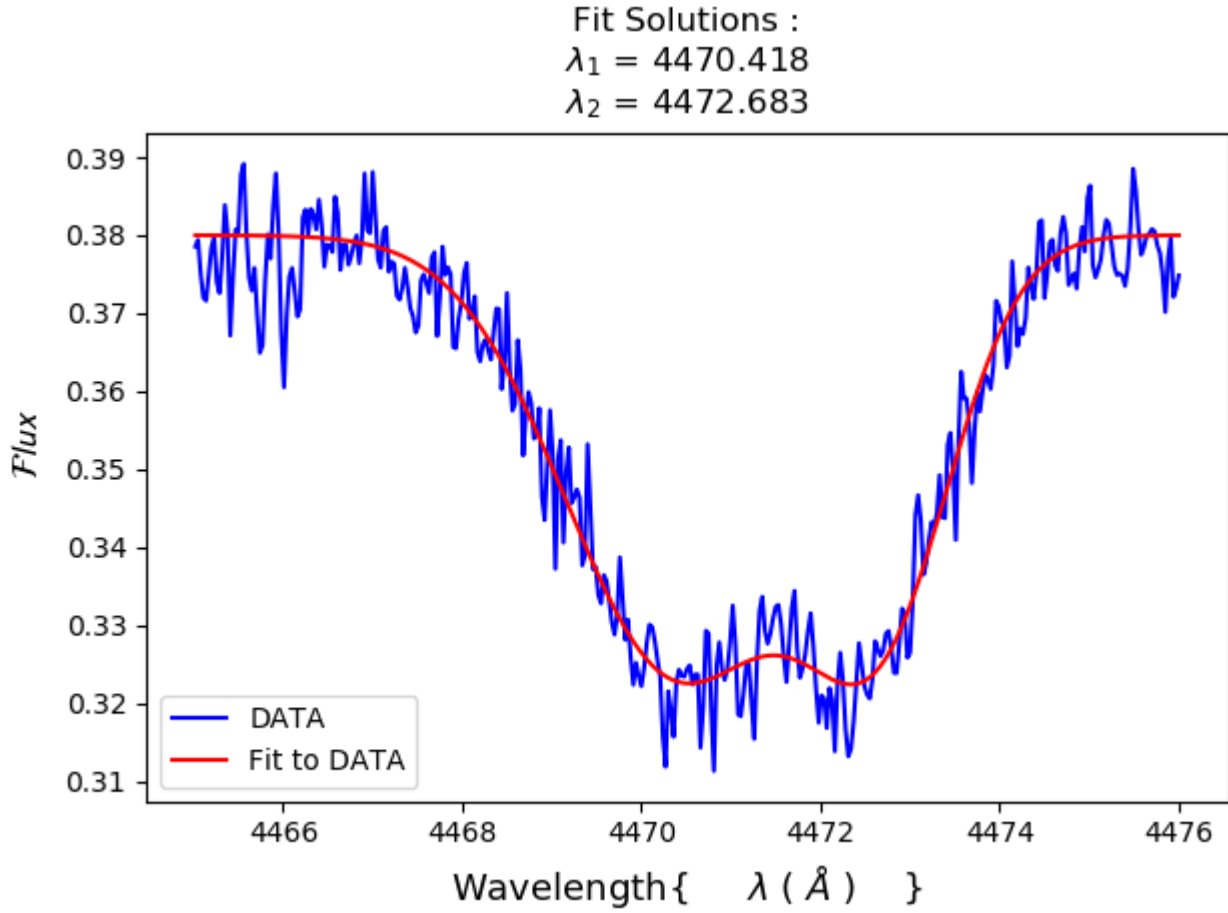
" Python "

2.5.2 لغة البرمجة Python :

" Python " هي لغة برمجة حرة متعددة الأهداف ومن الحالات التي تستعمل فيها هي في الحسابات الرقمية أو تحليل البيانات " Data Analysis ". وقد تم تطوير لغة " Python " من قبل شركة " Python Software Foundation "



الشكل (8-2) أيقونة لغة البرمجة " Python "



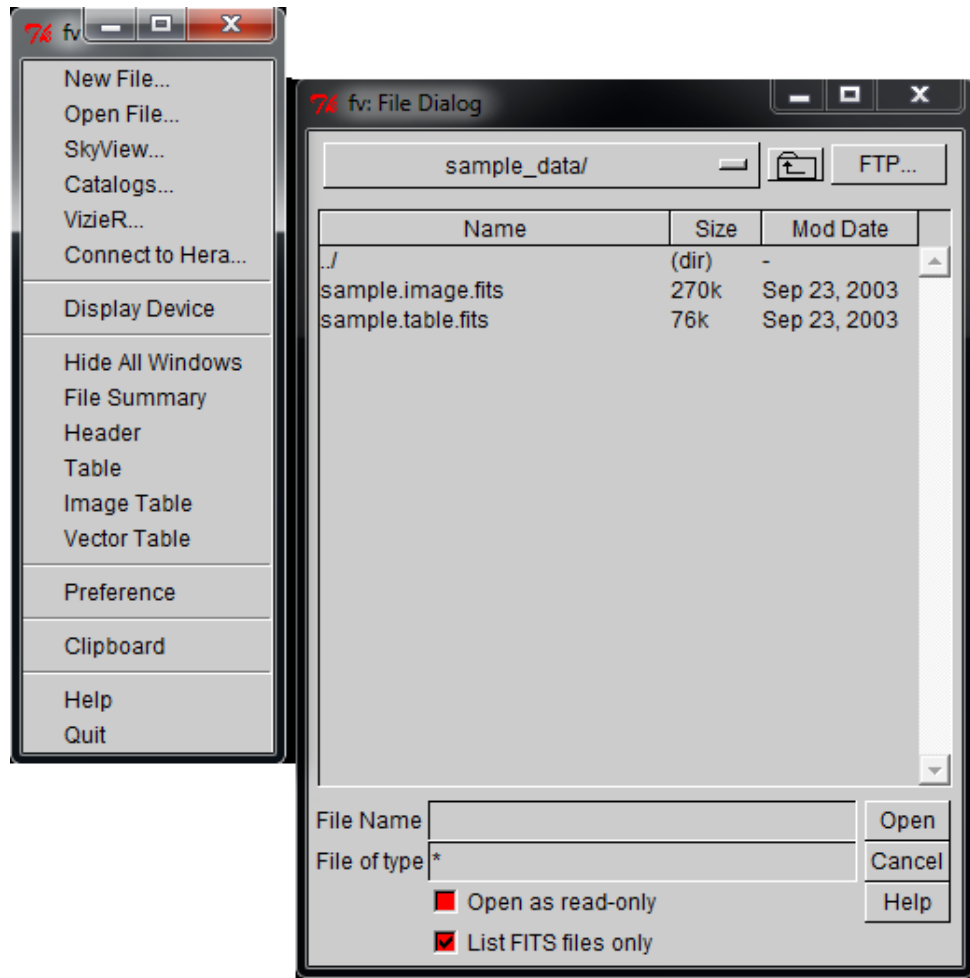
الشكل (9-2) يمثل أحسن ملاءمة للبيانات

و الآن لدينا طول الموجة المحسوبة في المخبر و طول الموجة المأخوذة من الحسابات نستطيع بذلك حساب سرعة النجمين من خلال حساب مقدار الانزياح .

$$\lambda_{\text{المصدرة}} = \lambda_{\text{المخبر}} \cdot \left(1 \pm \frac{V}{c}\right)$$

6.2 برنامج Fits Viewer :

" Fits Viewer " هو برنامج مستقل حر سهل الاستعمال لرسم البيانات من الصيغة " FITS " و تعديلها، وهو برنامج يمكن استخدامه في أنظمة التشغيل " Windows " و " Linux " و " MacOS " واجهة البرنامج هي من الشكل الآتي :



الشكل (2-10) واجهة البرنامج " Fits Viewer "

يمكننا استخراج البيانات أيضا و التعديل في اسم الملف قبل الحفظ أو تركه كما هو ، و بعدها يمكننا تحميله في البرنامج تحت لغة البرمجة " Python " لاستظهار البيانات و ملاءمة الدوال الجرسية الثنائية " Double Bell " Curves .

الفصل الثالث

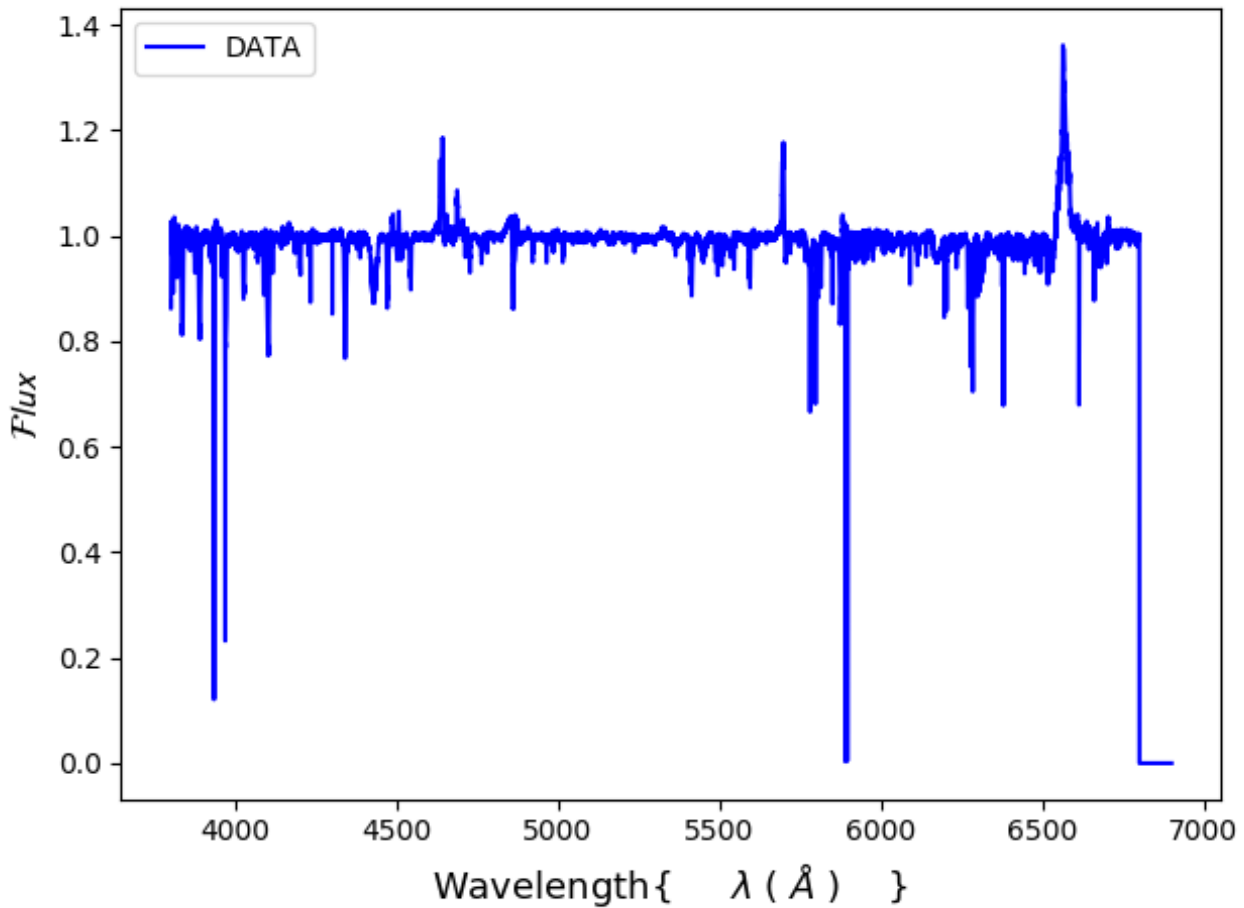
دراسة الطيف الصادر عن النظام

" HD 166734 "

1.3 مقدمة:

سندرس في هذا الفصل أطياف النظام الثنائي HD 166734 من معطيات " Sophie " و " Feros " ، والمتكون من نجمين عملاقين " Supergiant " من النوع " O " ، له دور مدته 34.5 يوم ، وهذه خاصية نادرة نجدها في هذا النوع من الأنظمة، ينمو و يتطور كل نجم على حدة فيما يشابه تطور النجوم الأحادية ، مما يتيح لنا دراسة خصائص ومركبات كل نجم على حدة. [9]

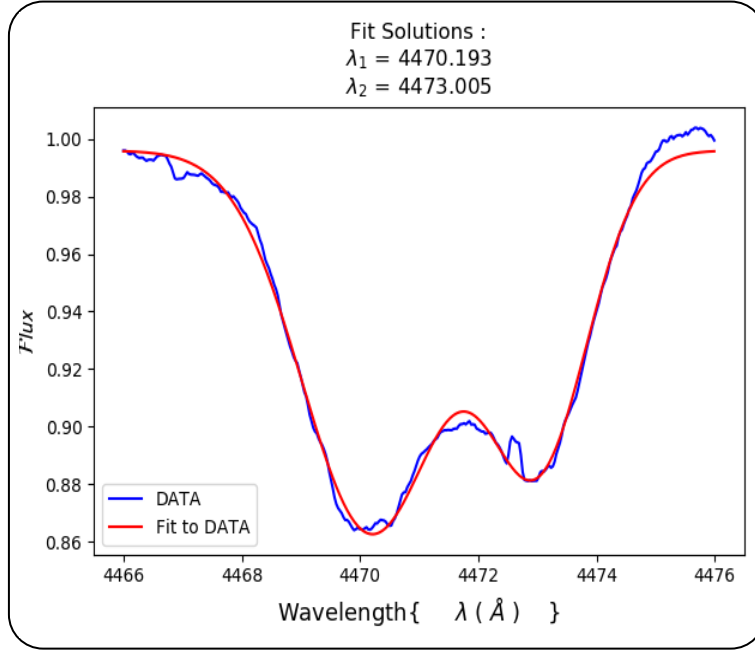
من أجل حساب السرعة القطرية للنجمين ، نقوم بملاءمة بعض خطوط الطيف و مقارنتها بخطوط الطيف لنفس العناصر في المخبر.

2.3 دراسة طيف النظام HD 166734 انطلاقاً من معطيات مطياف " Sophie " :

الشكل 3-أ يمثل منحنى الطيف الكلي الصادر من النظام HD 166734 من قبل المطياف " Sophie "

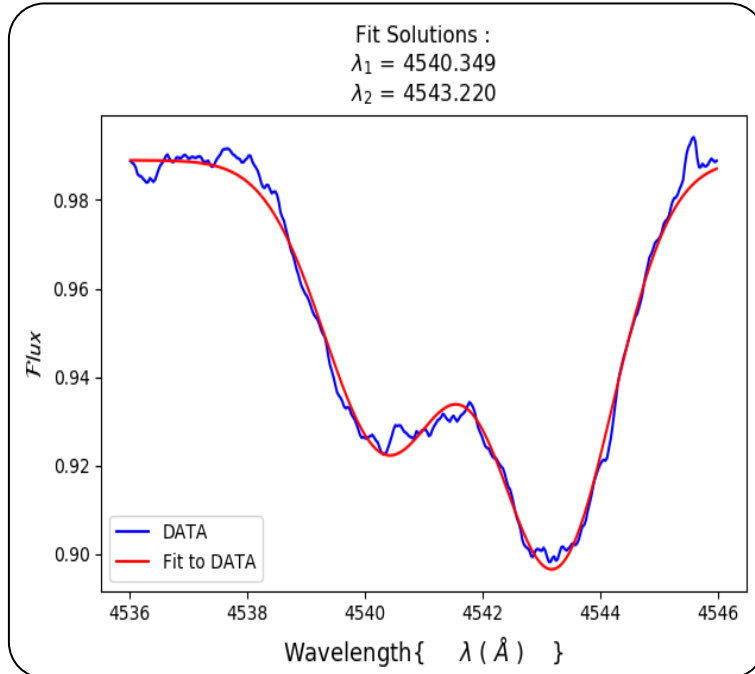
التدفق بدلالة طول الموجة بالأنغستروم (Angstrom) (Å).

بعد دراسة المنحنى الكلي الآن نقوم بحصر القمم في المنحنى و نلائم خطوط الطيف الموجودة.



الشكل 3 – 1 يبين منحنى الامتصاص (باللون الأزرق) لذرة الهيليوم " Helium "

القمتان تدلان على وجود نظام ثنائي، تأخذان شكل دالة جرسية مزدوجة، و اللون الأحمر يدل على نقاط الملاءمة الأحسن في هذه الحالة مما يعطينا أيضا أحسن القيم لأطوال الأمواج في المنحنى (أعلى الرسم) تبقى نسبة الخطأ في معيار دقة الزيادة أو الإزاحة بالنسبة لكل مطيف .



الشكل 3 – 2 منحنى الامتصاص لذرة الهيليوم " He "

لحساب السرعة من هذه البيانات والتي تمثل دالتين جرسيتين " Double Bell Curves " الخاصة بالنجمين، نأخذ معطيات الملاءمة و نقارنها بما يقاربها من طول الموجة المحسوبة في المخبر، بحيث تكون منزاحة سواء نحو طول موجة اللون الأزرق أو الأحمر سواء كانت تقترب أو تبتعد وذلك من العلاقة التالية :

$$\lambda_{\text{المرصودة}} = \lambda_{\text{المخبر}} \times \left(1 \pm \frac{V}{C}\right)$$

نستطيع حساب السرعة من العلاقة المبسطة التالية:

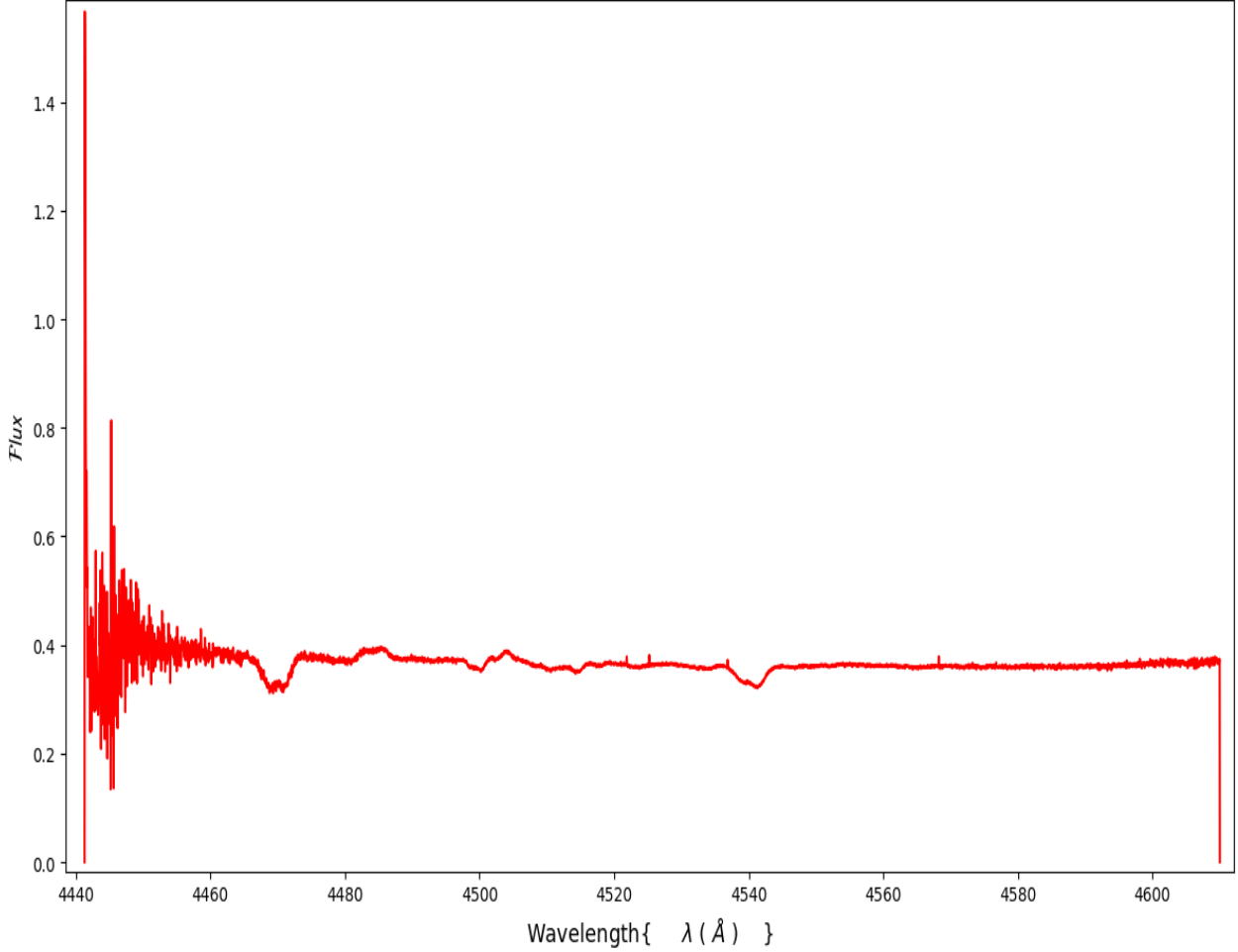
$$v = C \times \left(\frac{\lambda_{\text{المرصودة}}}{\lambda_{\text{المخبر}}} - 1\right)$$

الآن كل ما تبقى هو طول الأمواج المقاسة في المخبر القريبة من قيم أطوال الأمواج الملاءمة من قبل و التي نجدها في الجدول التالي مع السرعات المحسوبة الموافقة لها :

الشكل	العنصر	طول الموجة (المخبر)	طول الموجة (الملاءمة)	السرعة
1 - 3	الهيليوم " Helium "	4471.512	4470.193	$v = -88.432Km/s$
			4473.005	$v = 100.098Km/s$
2 - 3	الهيليوم " Helium "	4541.590	4540.349	$v = -81.918Km/s$
			4543.220	$v = 107.597Km/s$

جدول رقم 1 يمثل السرعات المحسوبة الأمواج المرصودة من المطياف " Sophie "

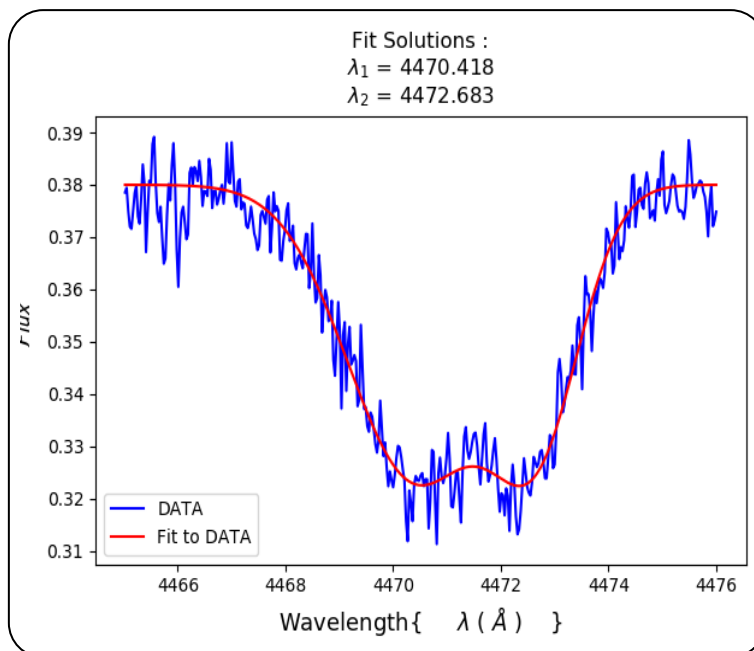
في الجدول 1 لابد من حساب الارتياب لكن الوقت لم يسعنا لإتمام الحساب.

3.3 دراسة طيف النظام HD 166734 انطلاقاً من معطيات مطياف " Feros " :

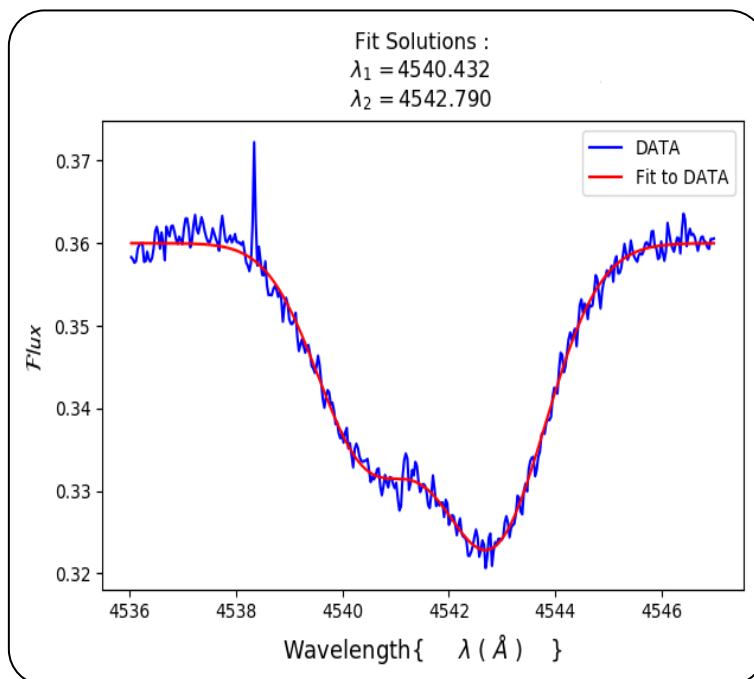
الشكل 4_ أ يمثل منحني الطيف الكلي الصادر من النظام HD 166734 من قبل المطياف " Feros "

التدفق بدلالة طول الموجة بالأنغستروم (Angstrom) (Å).

نحصر البيان للحصول على رسم بياني يمثل الدالة الجرسية مزدوجة " Double Bell Curves "، و نقوم بملاءمة البيان و من نفس العلاقة السابقة نحسب السرعات الخاصة بالنجمين



الشكل 4 - 1 منحنى الامتصاص لذرة الهيليوم " Helium "



الشكل 4 - 2 منحنى الامتصاص لذرة الهيليوم " He "

الشكل	العنصر	طول الموجة (المخبر)	طول الموجة (الملاءمة)	السرعة
1 - 4	الهيليوم " Helium "	4471.512	4470.418	$v = -73.347 \text{ Km/s}$
			4472.683	$v = 78.509 \text{ Km/s}$
2 - 4	الهيليوم " Helium "	4541.590	4540.432	$v = -76.440 \text{ Km/s}$
			4542.790	$v = 79.212 \text{ Km/s}$

جدول رقم 2 يمثل السرعات المحسوبة للأمواج المرصودة من المطياف " Feros "

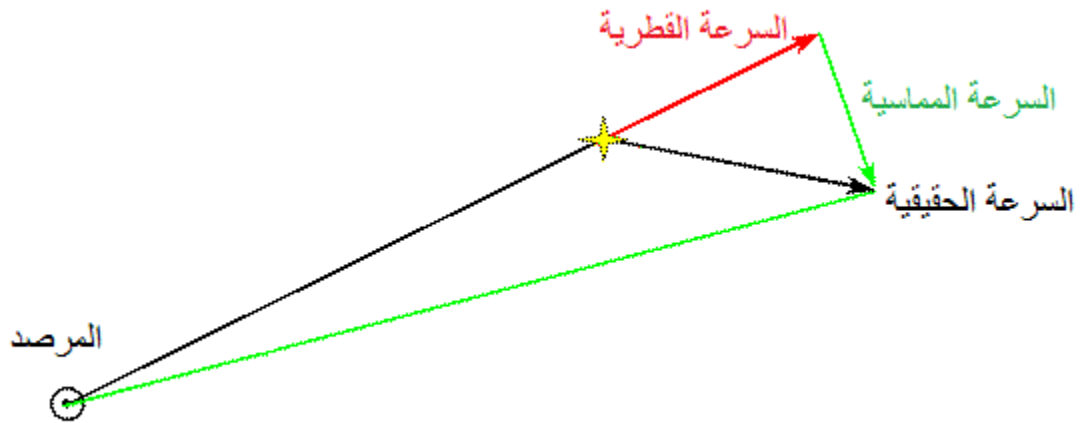
في الجدول 2 لا بد من حساب الارتياح لكن الوقت لم يسعنا لإتمام الحساب.

نلاحظ في الجدولين السابقين أن هناك سرعات موجبة و سرعات سالبة و ذلك راجع إلى الانزياح أولاً نحو الأحمر أي أنها تبتعد مما يفسر السرعة الموجبة و ثانياً نحو الأزرق أي أنها تقترب مما يفسر السرعة السالبة.

4.3 السرعة القطرية " Radial Velocity " :

السرعة القطرية تشير إلى السرعة التي يتحرك بها الجسم بعيداً عن الأرض أو يقترب منها.

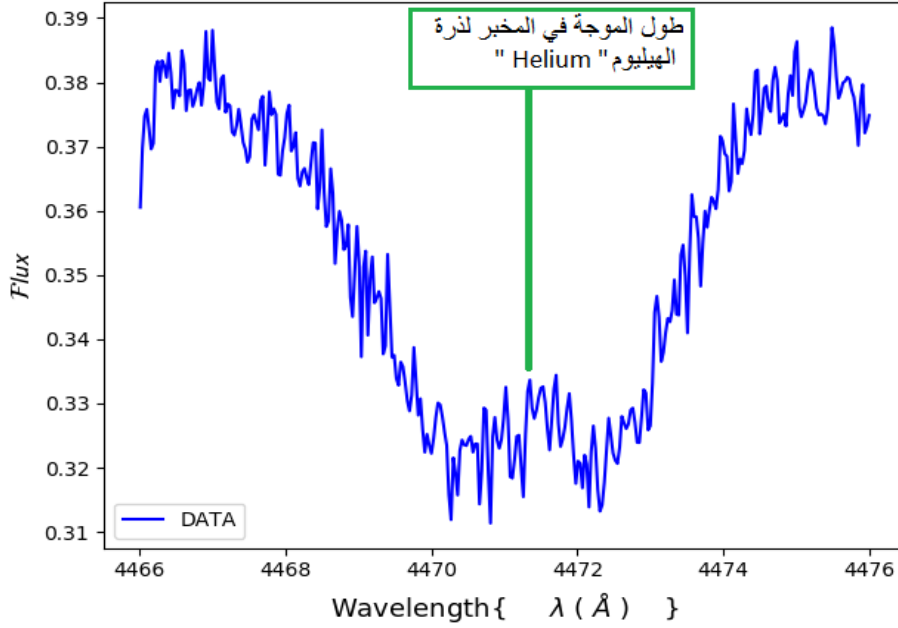
السرعة القطرية هي واحدة من الطرق الرئيسية المستخدمة في علم الفلك لاستكشاف النجوم في الفضاء بواسطة تحليل الطيف، أي أن الضوء الصادر من النجم يخضع إلى تأثير دوبلر " Doppler effect " ، مما يؤدي إلى تغير في الطيف المرصود و يكون ذلك التغير بشكل انزياح سواء باتجاه اللون الأزرق أو الأحمر كما هو موضح سابقاً، و الصورة التالية توضح العلاقة بين السرعة الحقيقية للنجم و سرعته القطرية.



الشكل (5) العلاقة بين السرعة الحقيقية و السرعة القطرية للنجم

مناقشة النتائج :

من أجل حساب السرعات القطرية للنظام الثنائي، نبدأ بملاءمة القمم الموجودة في البيانات في المطياف "Sophie" و "Feros" وذلك لمعرفة مقدار الانزياح للضوء الصادر من النجمين، بالنسبة للقمم يمكن أن تكون في الاتجاه الموجب بمعنى أن ذلك خط الإصدار لتلك الذرة أو في الاتجاه السالب و الذي يعني خط الامتصاص للذرة، الصورة التالية تمثل انزياح طول الموجة الكهرومغناطيسية لذرة الهيليوم " Helium " في الاتجاهين نحو الأزرق و نحو الأحمر، مع طول الموجة المرصود في المخبر و كل انزياح يتعلق بأحد نجمي النظام.



الشكل (6) يمثل انزياح طول موجة

ولحساب مقدار الانزياح نقارن بين طول الموجة الكهرومغناطيسية المرصودة في المخبر من طرف نفس الذرة (أي أن الموجة الكهرومغناطيسية لم يحدث لها أي تغيير) مع طول الموجة المرصودة من طرف المطياف وذلك عن طريق العلاقة التالية :

$$\lambda_{\text{المرصودة}} = \lambda_{\text{المخبر}} \times \left(1 \pm \frac{v}{c}\right)$$

و التي يمكن أن تعطينا السرعة القطرية بالعلاقة

$$v = c \times \left(\frac{\lambda_{\text{المرصودة}}}{\lambda_{\text{المخبر}}} - 1\right)$$

لا بد من استعمال عدة ملفات معطيات من مطياف " FEROS " مثلا للحصول على خطوط أطياف عدة عناصر و التمكن من حساب سرعتي النجمين خلال مدة زمنية طويلة .

من خلال حساب سرعتي النجمين المكونين للنظام " HD 166734 " نستطيع حساب دور هذا النظام .

الخاتمة

لقد تطرقنا في هذه المذكرة إلى دراسة النجوم الثنائية ، و ذلك عن طريق الأشعة المنبعثة الصادرة عنها من خلال التفاعلات النووية داخل نواة النجم، و تعرفنا على أنواع النجوم و كيفية ترتيبها من ناحية الحجم و اللون، و كيفية حساب المسافة بين الأرض و النجم.

ثم تعرفنا على مختلف أنواع النجوم الثنائية و كيفية رصدها ، بعدها تعرفنا على طرق ملائمة الدوال و بالأخص خوارزمية ليفنبارغ ماركار " levenberg-Marquardt " التابعة لطريقة المربعات الصغرى، ثم تعرفنا على برامج الحاسوب " GnuPlot " ثم " Python " اللذان يتيحان لنا رسم البيانات و القيام بالملاءمات ، ثم تعرفنا على المطيافين " Sophie " " Feros " ، حيث وجدنا أن النظام الثنائي يصدر طيف متكون من عدة قيم مزدوجة كل قمة تابعة لنجم . و ذلك عن طريق قيامنا بتحليل و دراسة المعطيات القادمة من المطيافين " Sophie " و " Feros " ، و التي نقوم بقراءتها ببرنامج " Fits Viewer " .

ثم درسنا طيف المجال المرئي القادم من النجم الثنائي " HD 166734 " ، المتكون من نجمين عملاقين " Supergiant " من النوع " O " ، المرصود من طرف المطيافين " Sophie " و " Feros " ، ثم حددنا مجالات من الطيف حيث تتواجد قمتين مشابھتين لمنحنى دالة جرسية مزدوجة " Double Bell Curves "، ثم ببرامج الحاسوب مثل برنامجنا في لغة البرمجة " Python " قمنا بملاءمة تلك المنحنيات مع الصيغة الرياضية للدالة الجرسية المزدوجة حيث تمكننا من حساب السرعتين القطريتين للنجمين و من بعدها يمكن حساب دور النظام " HD 166734 " .

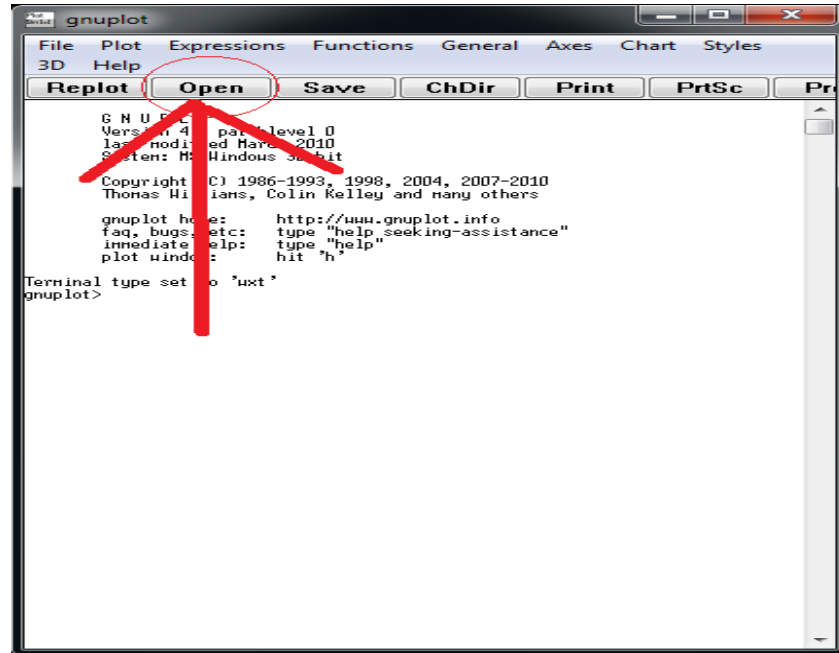
الملحق

• برنامج Gnuplot:

أمر لحفظ الرسم على شكل وثيقة محمولة ----- `set terminal pdf`
 وكلمة PDF تعني ----- `P = Portable ,D = Document ,F = Format`
 كتابة العنوان في الصورة ----- `set title 'Chap2'`
 إسم الملف الذي نريد حفظ الرسم فيه ----- `set output 'output.pdf'`
 تحديد المجال على محور الفواصل x ----- `set xrange[5696.3:5699.5]`
 تحديد المجال على محور الترتيب y ----- `set yrange[1.08:1.19]`
 الرسم باستعمال العمودين 2 و 3 باستخدام خط ----- `plot 'C:\.\nff0155.dat' using 2:3 with line`

الشكل (1) أوامر " Gnuplot " وشرحها

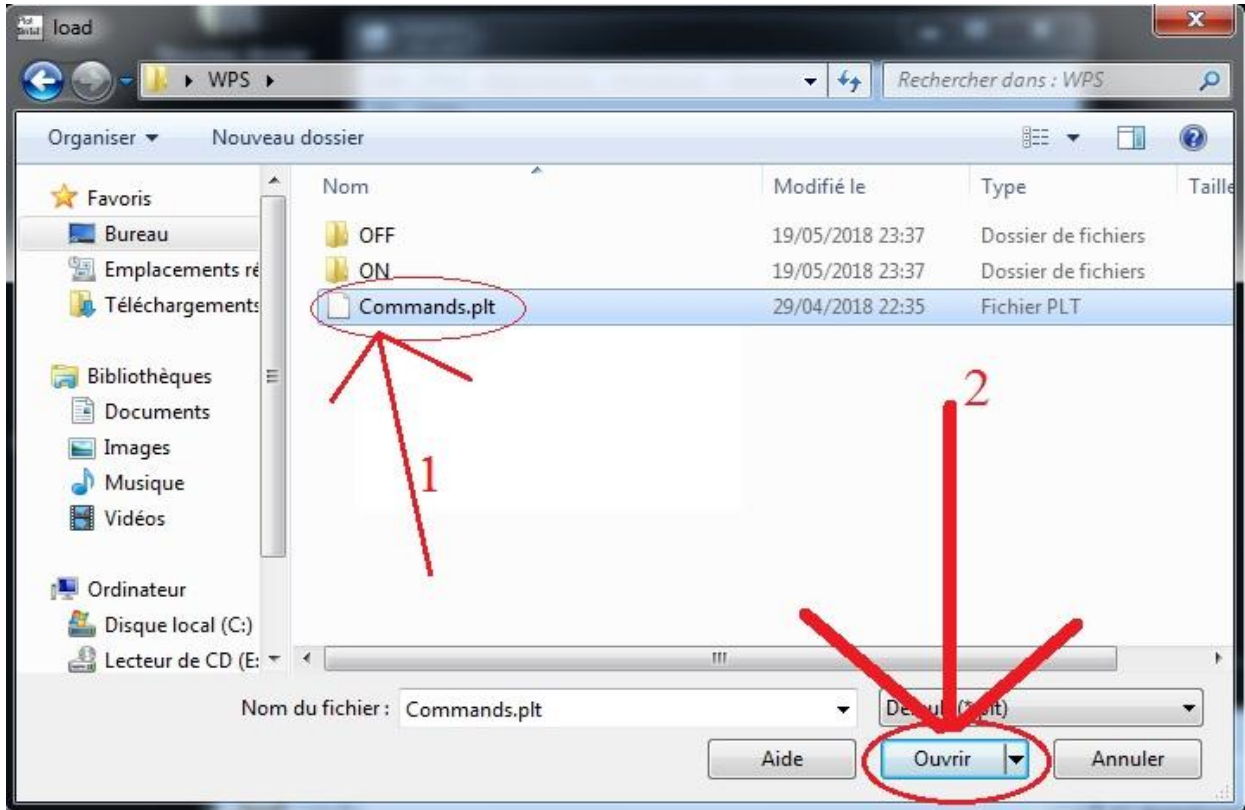
ويتم تحميل ملف الأوامر عن طريق النقر على " Open "



الشكل (2) واجهة البرنامج " Gnuplot "

ثم تظهر لنا نافذة نختار الملف الذي حفظنا فيه ملف الأوامر ومن المستحسن أن يكون اسم ظاهر و معروف

و بعدها ننقر نقرة واحدة على ملف الأوامر ثم النقر على " Ouvrir "



الشكل (3) فتح ملف الأوامر

بعد النقر على " Ouvrir " نتحصل على ملف " output.pdf " وهو الاسم الذي اخترناه في ملف الأوامر



الشكل (4)

هذا الملف يفتح ببرنامج " Adobe Acrobat Reader "

و أيقونته ممثلة في الشكل (4)



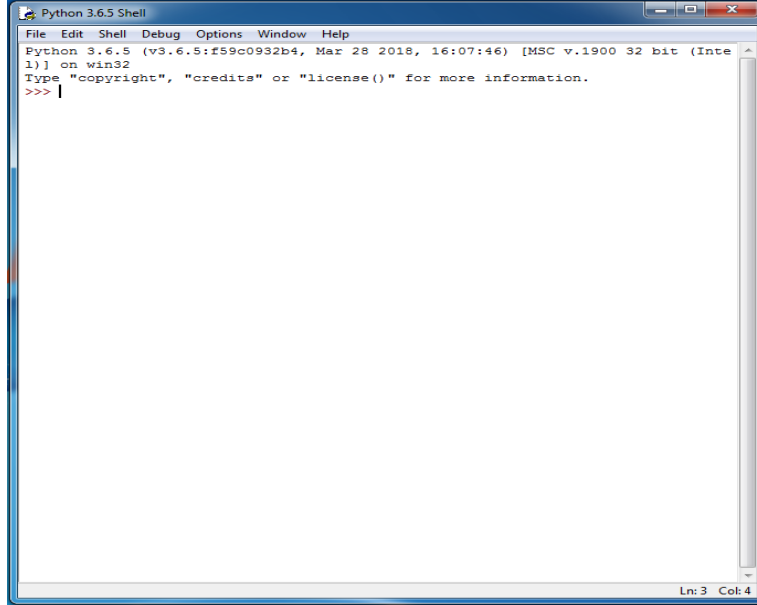
او " Google Chrome "

الشكل (5) أيقونة برنامج " Google Chrome "

وهناك عدة برامج اخرى أيضا نستطيع بها فتح هذا الملف.

• لغة البرمجة Python :

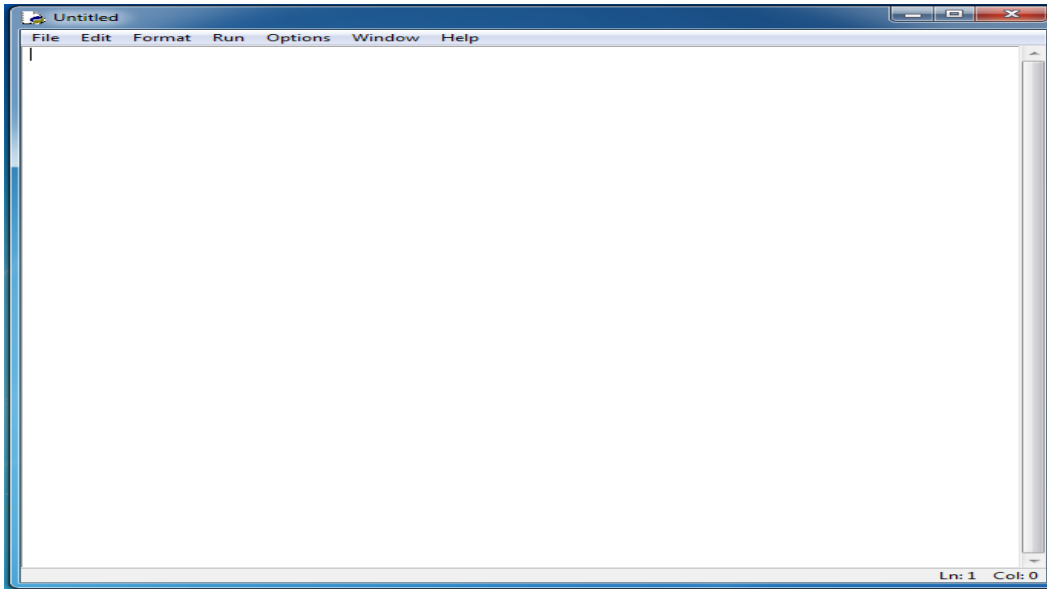
عند فتح " IDLE " تظهر لنا الواجهة التالية :



الشكل (6) الواجهة التفاعلية للغة البرمجة " Python "

وهي ما يعرف بالواجهة التفاعلية (الغلاف أو الصَدَفَة التفاعلية) " Interactive Shell " ، لفتح ملف جديد ننقر

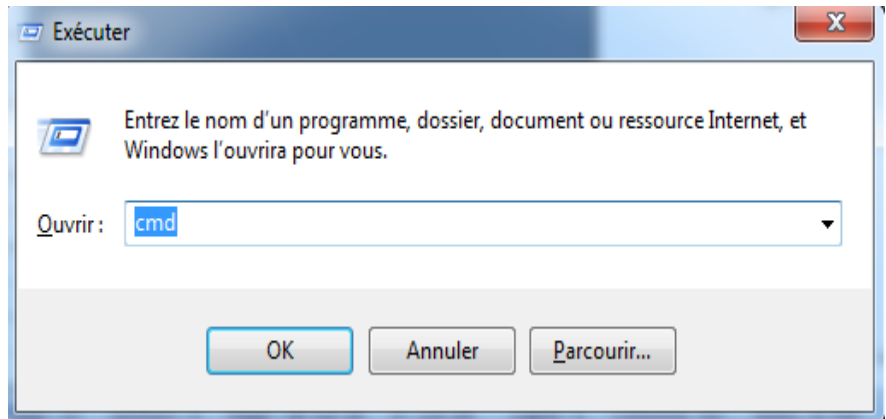
على " File " ثم " New File " أو يكفي الضغط على " Control + N " في لوحة المفاتيح



الشكل (7) ونافذة فتح الملف الجديد في لغة البرمجة " Python "

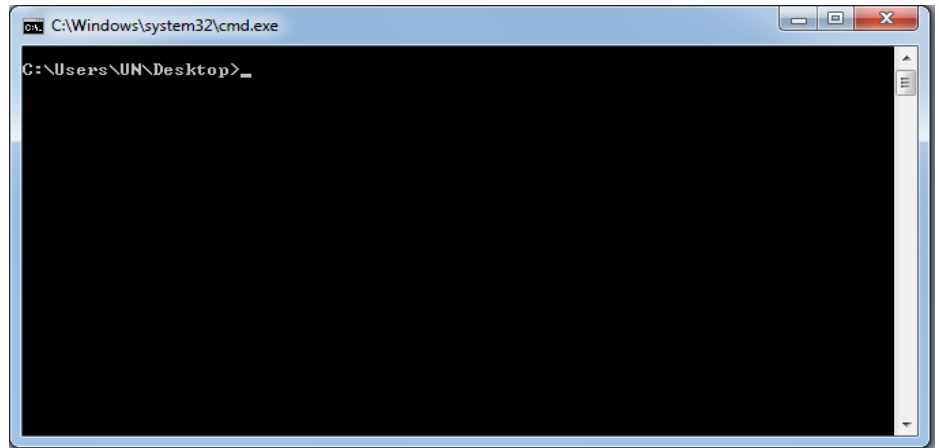
لحفظ الملف ننقر على " File " ثم " Save " أو يكفي الضغط على " Control+S " من لوحة المفاتيح.

لكي نستطيع الرسم أو الحساب في لغة البرمجة " Python " بدون كتابة الكثير من السطور نستعين بما يسمى وحدات الطرف الثالث " Third Party Modules " و لهذا لقد طورت برنامجا مختصا في معالجة البيانات و خاصة البيانات ذات الدالتين جرسيتين الذي استعمل فيه تقنية ملائمة الدوال و بالأخص خوارزمية ليفنبرغ ماركار " Levenberg- Marquardt " مع الدالة " Leasqr " و 3 من وحدات الطرف الثالث أيضا (matplotlib، Imfit و numpy) والتي يمكن تنصيبها بفتح " Cmd " أو " command prompt " على " Windows " أو " Terminal " على " Linux " ... الخ، و لفتح " Cmd " يكفي الضغط على " wind+r " " wind " هو الزر الذي فيه رمز " Windows " فيظهر لنا التالي



الشكل (8) بعد الضغط على المفاتيح السابقة تظهر هذه النافذة

بعد كتابة " cmd " ننقر على " OK " فتظهر لنا واجهة " CMD "



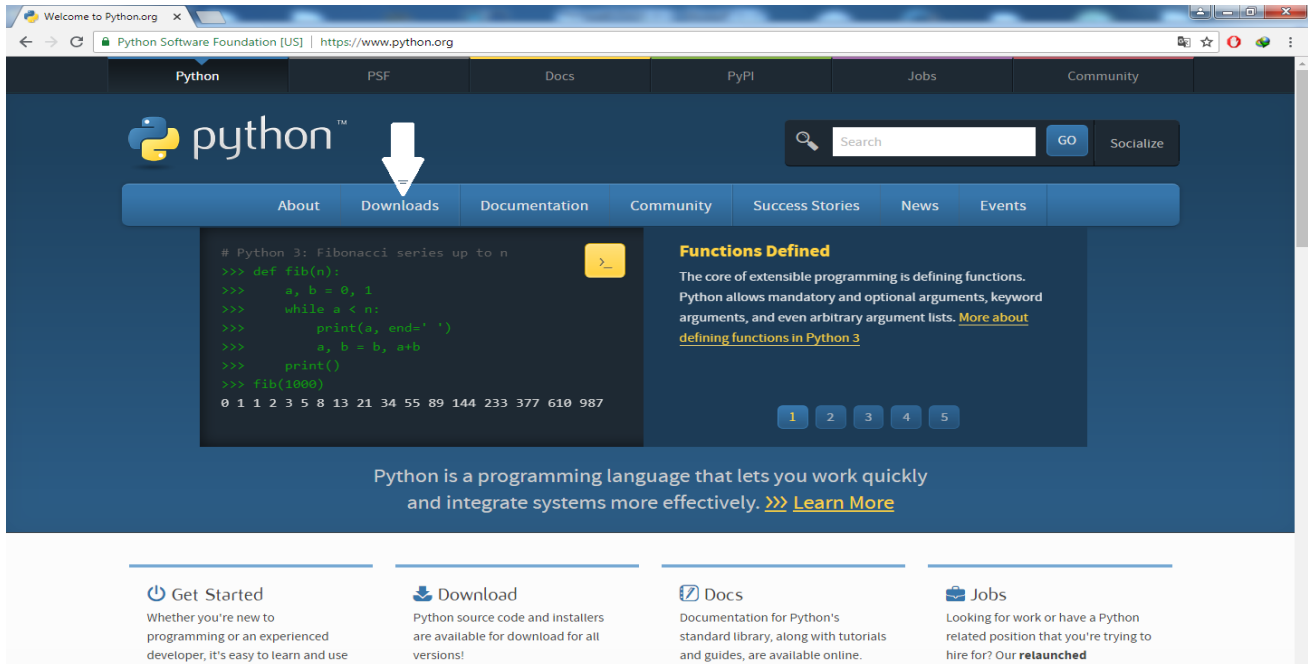
الشكل (9) نافذة " cmd "

و التي يمكننا فيها كتابة الأمر " pip install numpy matplotlib Imfit ."

لغة " Python " اخترعت من قبل " Guido van Rossum " في عام 1989 ، و مازال للغة البرمجة تحديثات حتى الوقت الحالي.

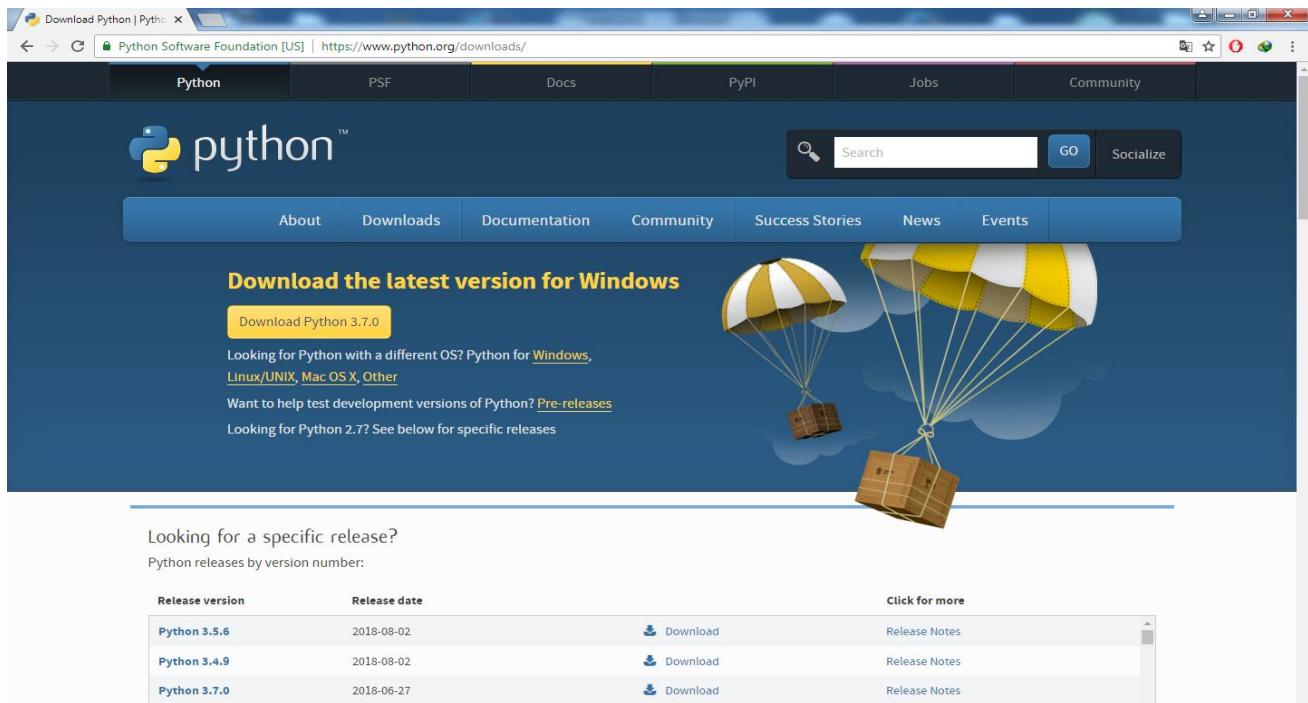
ويتم تحميل البرنامج من موقعه الأصلي [8]

وواجهة الموقع تكون من الشكل التالي :



الشكل (10) واجهة موقع " Python "

عند الدخول للموقع نضغط على خيار " Downloads " كما هو مبين في الصورة السابقة.



الشكل (11) واجهة التحميل لموقع " Python "

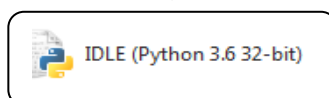
ثم تجد عدة خيارات حسب نظام التشغيل " Operating System " الموجود في جهازك

وبما أن معظم الناس تستعمل نظام " Windows " سنختار تلك الخانة ، ثم نتاح لك عدة خيارات منها نوع النظام سواء 32 bit او 64 bit و عدة أنواع للتنزيل المباشر للتثبيت المباشر أم المضغوط حيث يتوجب عليك بعدها إزالة الضغط عن ذلك الملف بالبرامج المختصة بذلك مثل " winrar " أو ماشابه ذلك، الإصدارات الخاصة بالبرنامج هناك منها الحديثة و منها القديمة.

في هذه اللغة عند كتابة الخوارزميات توجد عدة خيارات فيمكنك كتابتها عن طريق برنامج الكتابة

" Notepad ++ " أو " Sublime Text " ... الخ ، مع المراعاة عند الحفظ يجب أن يكون امتداد الملف

" File Extension " من الشكل ".py" اي " Filename.py" مع الذكر انه يوجد للغة البرمجة برنامج كتابة خاص بها و يكون من الشكل من هذه الواجهة.



، ثم نرجع إلى واجهة الملف المحفوظ سابقا و نبدأ بكتابة الأوامر التالية:

```

MyFitting.py - C:\Users\UN\Desktop\MemPy\MyFitting.py (3.6.5)
File Edit Format Run Options Window Help
import E_L

FileName = "FEROS.dat"
Xmin ,Xmax = 4465, 4474
ystart = 0.38
amp1,amp2 = 0.1,0.1
Lambda1,Lambda2 = 4468.79 , 4470.86
sigma1,sigma2 = 1,1
UD = "D"
E_L.DoubleGaussFit(FileName,Xmin,Xmax,ystart,amp1,amp2,Lambda1,Lambda2,sigma1,sigma2,UD)
Ln:1 Col:10

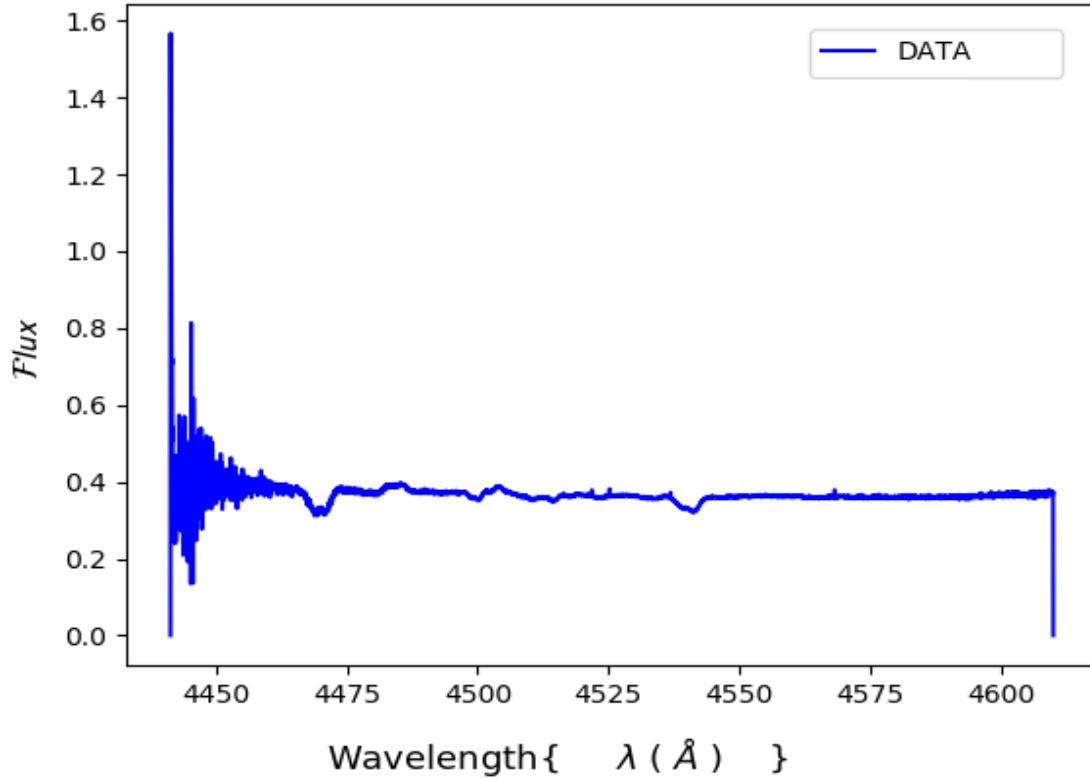
```

الشكل (12) واجهة الملف المحفوظ سابقا

الأمر	ماهيته
import	يستعمل لاستيراد بعض خوارزميات الدوال من خارج ملف الأوامر الحالي .
E_L	هو البرنامج الخاص بنا و الذي يمكن اعتباره كوحدة الطرف الثالث.
FileName	هو اسم ملف البيانات.
Xmax و Xmin	قيمتين حديتين لحصر المجال (تحسب من البيان). لكي لا نحصر المجال نعطي احدهما أو كليهما قيمة أقل من
ystart	نقطة بداية الرسم بالنسبة لمحور الترتيب.
Lambda1 و Lambda2	قيم الموجتين الابتدائيتين (تحسب من البيان). (دائما أكبر من 0)
sigma1 و sigma2	هو القيمة الابتدائية لنصف العرض عند نصف الارتفاع أو amp أو Norm كما يوضحه الشكل (2-6) ، هذه القيم تحسب من البيان أيضا. (دائما أكبر من 0)
amp1 و amp2	" أو " Norm " قيمتين ابتدائيتين (تحسب من البيان). كما يوضحه الشكل (2-6) و القيمة يجب أن تكون دائما أكبر من 0 أيضا
UD	هو اتجاه الدالة الجرسية " D " للأسفل و " U " للأعلى.
E_L.DoubleGaussFit	هي دالة تابعة للبرنامج " E_L " تكتب كما هي ومع نفس الترتيب للمتغيرات.

الشكل (13) جدول يمثل الأوامر و شرحها

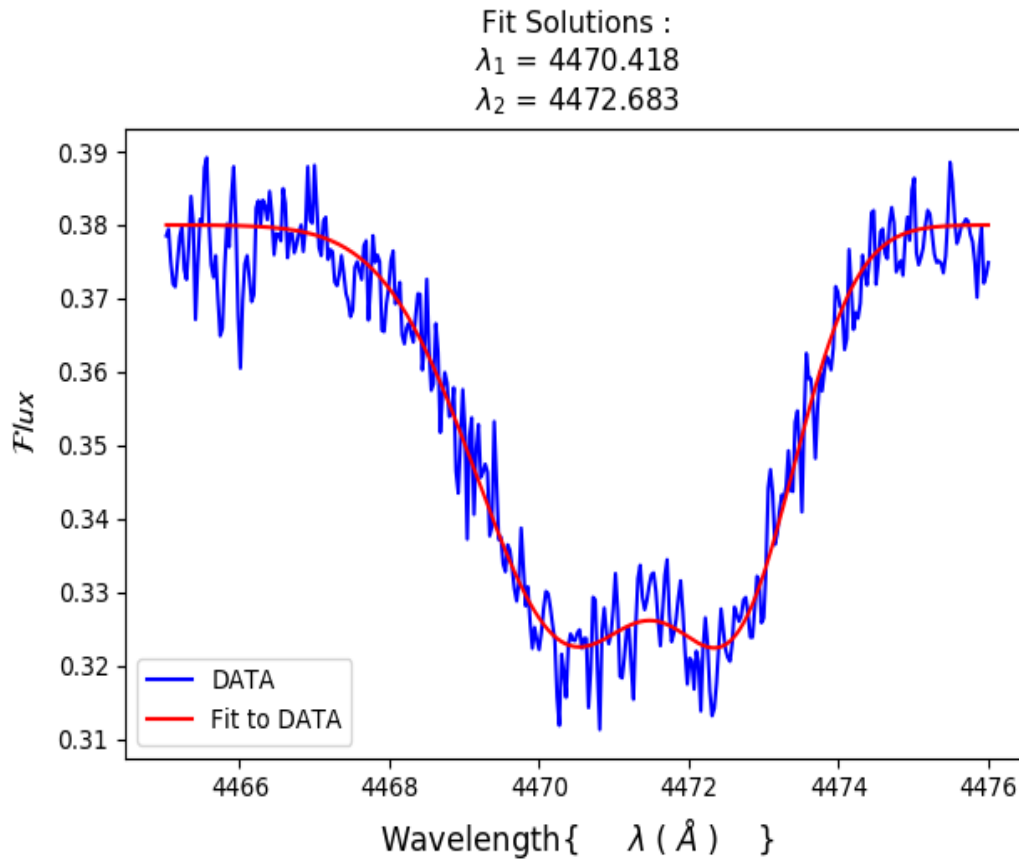
و الصورة التالية توضح المجال الكلي حين نعطي Xmax أو Xmin قيمة أدنى من 0 :



الشكل (14) صورة المجال الكلي للبيانات من المطياف " Feros "

وبعد تشغيل البرنامج مباشرة نجد في نفس المجلد الذي يحوي البرنامج صورة و ملف نصي " Text " لكل القيم التي تمت ملائمتها و خاصة طول الموجة الذي نبحث عنه .

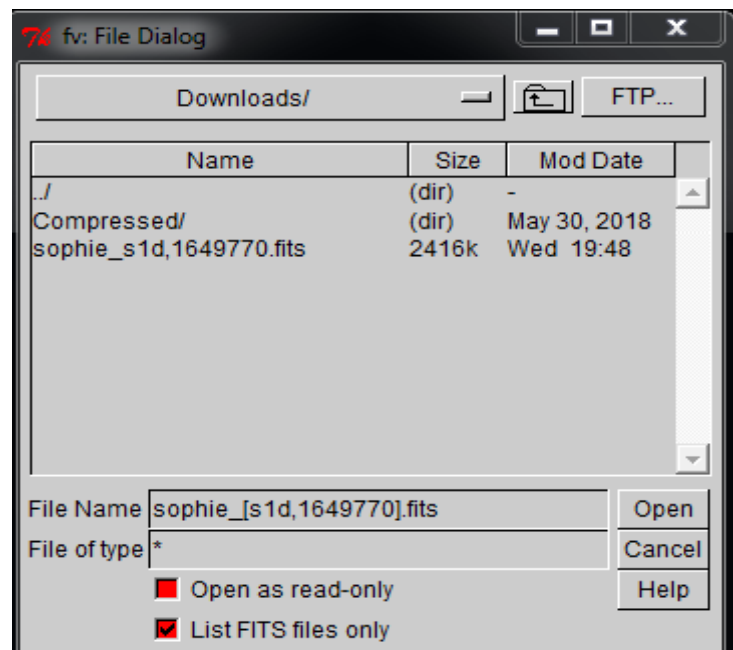
فمثلا عند تنفيذ البرنامج المكتوب في الأعلى بالضغط على المفتاح " F5 " في أعلى لوحة المفاتيح أو النقر على " Run " في أعلى البرنامج و التي نجدها في قسم علامة التبويب ثم " Run Module " تظهر لنا الصورة التالية :



الشكل (15) صورة أحسن ملاءمة لمجال معين من بيانات المطياف " Feros "

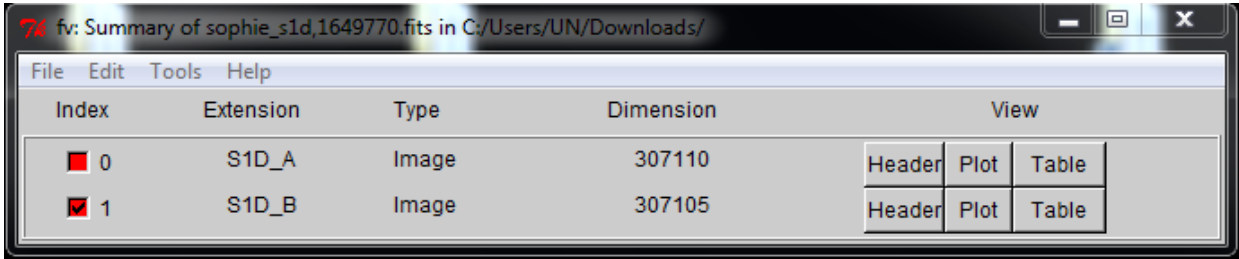
• برنامج Fits Viewer :

نقوم بفتح البرنامج :



الشكل (16) واجهة البرنامج " Fits Viewer "

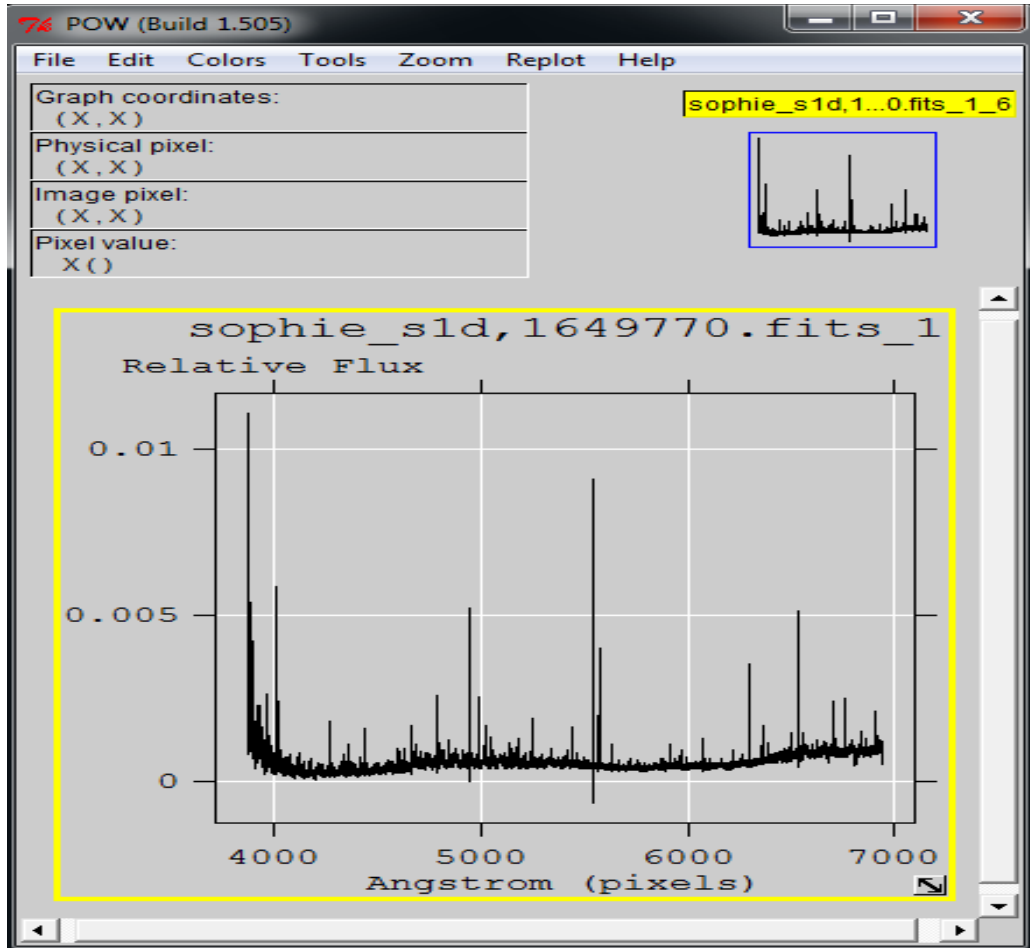
ثم ننتقل لموقع الملف و نختار الملف ثم ننقر على " Open " ومن المستحسن إعادة تسمية الملف و نزع الرموز و الإبقاء على الأحرف و الأرقام فقط قبل فتح الملف.



الشكل (17) النافذة التي تظهر بعد النقر على " Open "

ثم نختار الخانة رقم واحد (بالنسبة للمثال الذي نحن فيه) في عمود " Index "، أولاً :

ننقر على " Plot " في عمود " View "، حيث يظهر لنا الآتي :



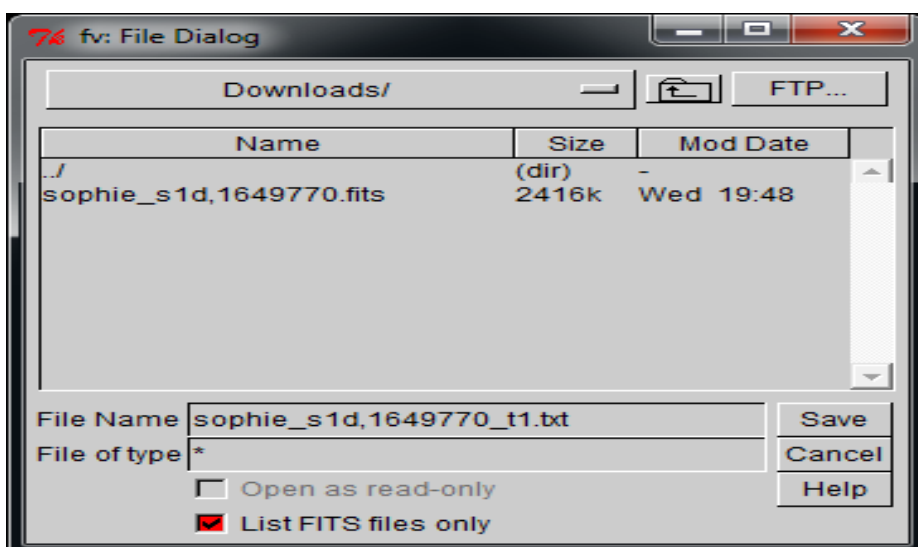
الشكل (18) النافذة التي تظهر بعد النقر على " Plot "

لاستخراج ملف البيانات و معالجته ببرنامج " Python " ننقر على " Table " في العمود " View " و التي بدورها تظهر لنا نافذة جديدة نستطيع أن نرى البيانات من خلالها و حتى التعديل فيها، ثم نختار الخانة " All " .

File Number	Value
307105	0.00068
307104	0.00069
307103	0.00069
307102	0.00068
307101	0.00067
307100	0.00067
307099	0.00068
307098	0.00069
307097	0.00069
307096	0.00068
307095	0.00066
307094	0.00063
307093	0.00059
307092	0.00058
307091	0.00060
307090	0.00065
307089	0.00068
307088	0.00067
307087	0.00062
307086	0.00059

الشكل (19) نافذة البيانات

ثم ننقر على " File " ثم " Export as text "



الشكل (20) النافذة التي تمكننا من حفظ البيانات

يمكننا التعديل في اسم الملف قبل الحفظ أو تركه كما هو ،ننقر على " Save " لحفظ الملف ، و الآن يمكننا تحميله في برنامج " Python "

References**المراجع**

- [1] Sana, H. & al, 'Binary Interaction Dominates the Evolution of Massive Stars', Science, Volume 337, Issue 6093, pp. 444- (2012)
- [2] Telescope History, Shelley Canright NASA Official: Brian Dunbar , April 10, 2009
- [3] Jean-Louis Prieur. Contribution en Signal, Image et Instrumentation pour l'Astronomie . Astrophysique stellaire et solaire [astro-ph.SR]. Université Paul Sabatier (Toulouse), 2014. 〈tel-01104499〉
- [4] Adam G. Riess & al , 'Milky Way Cepheid Standards for Measuring Cosmic Distances and Application to Gaia DR2: Implications for the Hubble Constant' , July 2018, The Astrophysical Journal, Volume 861, Number 2
- [5] Sophie web site (<http://atlas.obs-hp.fr/sophie>)
- [6] Vizier Website (<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR>)
- [7] Y. Damerджи (CRAAG) "Techniques D'ajustement De Fonctions (Ajustements Linéaire Et Non Linéaires) ", Novembre 2017.USTHB
- [8] Python Original Website (<https://www.python.org>)
- [9] Mahy Laurent ,Damerджи Yassine , Gosset Eric Nitschelm C, Eenens P,Sana H, Klotz A “ A modern study of HD 166734: a massive supergiant system” , (Astronomy and Astrophysics) 1 November 2017

ملخص

في هذه المذكرة تعرفنا على النظام الثنائي، هو نظام من نجمين يدوران حول مركز الكتلة المشترك، عند تشكل النجوم هناك احتمال 50% أن النظام المتشكل هو نظام ثنائي. درسنا النظام الثنائي HD166734 ، الذي يتكون من نجمين عملاقين من نوع "O". استخدمنا بيانات من مطيافين هما Sophie و FEROS ، لتحديد سرعات مركبات النظام الثنائي HD166734.

Sommaire

Un système binaire, est un système de deux étoiles qui orbitent autour de leur centre de masse commun. Dans notre galaxie, 50% des étoiles composent des systèmes binaires. Nous avons étudié le système binaire HD166734, composé de deux étoiles super-géantes de type 'O'. Nous avons utilisé les données de deux spectrographes, Sophie et FEROS, pour déterminer les vitesses radiales des composantes de HD166734.

Summary

A binary system is a system of two stars that orbit around their common center of mass. In our galaxy, 50% of the stars are part of binary systems. We studied the binary system HD166734, composed of two supergiant type 'O' stars. We used data from two spectrographs, Sophie and FEROS, to determine the radial velocities of the HD166734 components.