

**University of Mosul  
College of Science**



# **Design and Fabrication of a Computer Controlled Imaging Spectrograph for Raman Spectroscopy**

**Hamzah Mohammed Hamid Aldulaimi**

**Ph.D. Thesis**

**Physics Sciences/ Solid State Physics**

**Supervised by**

**Assist. Prof.**

**Dr. Yaser Abduljuad Al-Jawadi**

**Prof.**

**Dr. Raied Ahmed Al-Wazzan**

**1446 A.H.**

**2024 A.D.**

# ABSTRACT

In this thesis, a local spectrometer with a focal length of (261) mm and special specifications was designed for usage in wide applications. The spectrometer was designed using the (ZEMAX) program specialized in this field, and its design was developed in stages: the optical design stage, then the mechanical design stage. The slit was used as a signal input instead of a fiber. The spectrograph was designed based on the Czerny-Turner design, and three mirrors were used, the first a flat, reflective mirror, the purpose of which was to obtain the required focal length. The second mirror is spherical, called the collecting mirror. It collects the rays in the direction of the grating. The third is a toroidal mirror that contains two different diameters, that is, two focal lengths, in order to reduce aberration. It is called the focusing mirror. It focuses the rays after analyzing them and projecting them onto the CCD detector. The detector from Andor techs. is connected to a computer to display the signal. A computer-controlled stepper motor has been added to control the movement of the grating left and right. The spectrometer was calibrated using the mercury and neon light spectra with known wavelengths, and the resolution (FWHM) of the device was calculated to be (0.1)nm. The spectrometer (S261mm) was tested in Raman spectroscopy applications where the He-Ne laser was used to excite the sample under study, with its notch filter. Due to the high sensitivity of the device, spectral lines appeared from the active material of the laser, called plasma lines. Plasma lines presented an obstacle in our work, especially the lines with high intensity compared to the Raman spectrum, which has low intensity. Raman spectra were produced for some samples (Sulphur, Boron Nitride, Acetaminophen, and Metronidazole) and the spectrum was identical to international references.

## المخلص

في هذه الأطروحة، تم تصميم مطياف محلي بطول بؤري (261) ملم وبمواصفات خاصة لاستخدامه في تطبيقات واسعة في مجالات التحليل الطيفي. تم تصميم المطياف باستخدام برنامج (ZEMAX) المتخصص في هذا المجال، وتم تطوير تصميمه على مراحل: مرحلة التصميم البصري، ثم مرحلة التصميم الميكانيكي. تم استخدام الشق (Slit) كمدخل للإشارة بدلاً من الليف البصري. تم تصميم جهاز المطياف على أساس تصميم تشيرني-تيرنر، وتم استخدام ثلاث مرايا، الأولى مرآة مسطحة عاكسة، كان الغرض منها الحصول على البعد البؤري المطلوب. أما المرآة الثانية فهي كروية وتسمى بالمرآة المجمعة. تقوم بتجميع الأشعة المنعكسة من المرآة المستوية باتجاه المحرز. والثالثة هي مرآة بيسوية تحتوي على قطرين مختلفين، أي طولين بؤريين وذلك لتقليل الزيغ، وتسمى مرآة التركيز. تقوم بتركيز الأشعة بعد تحليلها وإسقاطها على كاشف CCD . جهاز الكاشف من شركة Andor . يتم توصيله بالكمبيوتر لعرض الإشارة على شاشة الحاسوب. تمت إضافة محرك خطوي (stepper motor) يتم التحكم فيه بواسطة شريحة الاردينو (Arduino) عن طريق الكمبيوتر للتحكم في حركة المحرز يساراً ويميناً. تمت معايرة جهاز المطياف باستخدام أطياف ضوء الزئبق والنيون ذات الأطوال الموجية المعروفة، وتم حساب الدقة (FWHM) للجهاز وكانت (0.1) نانومتر. تم اختبار مقياس الطيف (S261mm) في تطبيقات التحليل الطيفي لرامان حيث تم استخدام ليزر He-Ne لإثارة العينة قيد الدراسة، مع المرشح الخاص به (notch filter). وبسبب حساسية الجهاز العالية ظهرت خطوط طيفية من المادة الفعالة لليزر تسمى خطوط البلازما. شكلت خطوط البلازما عائقاً في عملنا، وخاصة الخطوط ذات الشدة العالية مقارنة بطيف رامان ذي الشدة المنخفضة. تم إنتاج أطياف رامان لبعض المواد (الكبريت، بورون نتريد، الباراسيتامول، الميترونيدازول. وكان الطيف مطابقاً للمراجع والمصادر العالمية.



جامعة الموصل  
كلية العلوم

تصميم وتصنيع مطياف تصويري مسيطر عليه بالكمبيوتر لتحليل

طيف رامان

حمزة محمد حامد محمد الدليمي

اطروحة دكتوراه

علوم الفيزياء / فيزياء الحالة الصلبة

إشراف

الاستاذ

الدكتور رائد احمد الوزان

الاستاذ المساعد

الدكتور ياسر عبد الجواد الجوادي

2024 م

1446 هـ