Journal of Education and Science (ISSN 1812-125X), Vol: 31, No: 04, 2022 (42-48)

Study of Optical and Structural Properties of Copper Metal Cu Nanoparticles

Muna Talal Ibrahim allhiby[1*], Dr.Mutaz Salih Hasan AlJuboori[2]

[1*,2] Department of Physics , Education College for Pure Science, University of Mosul, Mosul, Iraq

E-mail: [1*] tlalm6461@gmail.com , [2] mutazaljuboori@uomosul.ir.iq

(Received July 04, 2022; Accepted September 22, 2022; Available online December 01, 2022)

DOI: 10.33899/edusj.2022.134543.1255, © 2022, College of Education for Pure Science, University of Mosul.
This is an open access article under the CC BY 4.0 license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Abstract

Colloidal copper nanoparticles were prepared by pulsed (Nd:YAG,Q-switch) laser ablation in distilled water with a wavelength (1064nm) and frequency (1Hz) and the duration of the pulse was (10ns). Its purity is (99.9) immersed in distilled (deionized) water, where the metal target was first removed from copper placed in (5mL) of distilled water with a specific laser energy (260mJ) and for a number of fixed laser pulses (50, 100, 150) respectively. The size and optical properties of nanoparticles were characterized by transmission electron microscopy (TEM) and visible-UV spectrometry, respectively. eV) at the pulse (50) and (2.77eV) at the (100) and its value was (2.69eV) at the (150) pulse. The reason for the increase is due to the amount of material removal being greater. The results of the transmission electron microscope showed colloidal nanoparticles somewhat spherical and carnivorous, as depend on the size of the noble nanoparticles have gained wide popularity with many applications and fields, and the reason for this is due to the need for precise miniaturization of electronic devices and because of their unique character that differs from those in the usual case. Metal colloids are one of the important nano-sized materials.

Keywords: Energy gap, liquid pulse laser, absorbance, permeability, transmission electron microscope (TEM).

دراسة الخصائص البصرية والتركيبية لمعدن النحاس Cu نانوي التركيب

منى طلال إبراهيم اللهيبي[1]، د. معتز صالح حسن الجبوري[2]

[1،2*] قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة الموصل، الموصل، العراق

الملخص

حضرت جزيئات النحاس النانوية الغروية باستئصال ليزر (Nd:YAG,Q-switch) النبضي في الماء المقطر بطول موجي(nm 1064) ومعدل تردد (1Hz) وكانت مدة النبضة (10ns) وحضرت الجزيئات النحاسية النانوية دون استخدام الشد السطحي اذ تم الاستئصال بالليزر للهدف الفضي (عالي النقاوة) بلغت نقاوته (99.9) المغمور في الماء المقطر (منزوع الايونات) إذ أزيل أولاً الهدف المعدني من النحاس الموضوع في (5 mL) من الماء المقطر وبطاقة ليزرية محددة (260 mJ) ولعدد من النبضات الليزرية الثابتة (50 ، 100، 150) pulse على التوالي إذ ميز الحجم والخصائص البصرية للجسيمات النانوية بواسطة المجهر الإلكتروني النافذ (TEM) وقياس الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV-visible) على التوالي واظهرت قمم رنين البلازمون السطحي (SPR) زيادة وظهرت ضمن المدى المسموح به وبينت فجوات الطاقة زيادة ايضا اذ بلغت (2.65 eV) عند النبضة (50) و (2.77 eV) عند

النبضة (100 وبلغت قيمتها (2.69 eV) عند النبضة (150) ويرجع السبب في الزيادة الى كمية استئصال المادة يكون اكبر واظهرت نتائج المجهر الإلكتروني النافذ الجسيمات النانوية الغروية كروية وقرنباطية نوعا ما اذ تعتمد حجم الجسيمات على عدد النبضات الليزرية المستخدمة هذا وقد لاقت الجسيمات النانوية النبيلة رواجا واسعا بتطبيقات ومجالات عدة ويعود السبب في ذلك الى الحاجة الى التصغير الدقيق للأجهزة الالكترونية وبسبب طابعها الفريد الذي يختلف عن تلك الموجودة في الحالة الاعتيادية ان الغرويات المعدنية هي واحدة من المواد الهامة بحجم النانو.

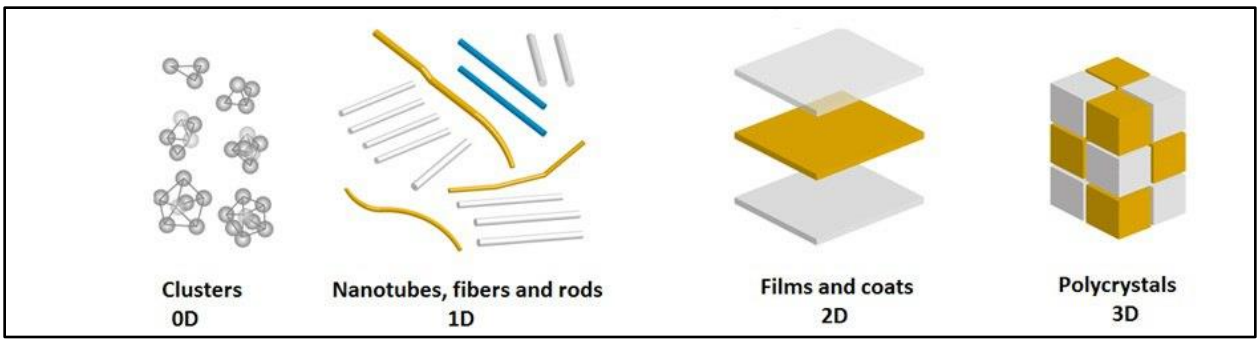
الكلمات المفتاحية: فجوة الطاقة ،الليزر النبضي السائل ،الامتصاصية ،النفاذية ،المجهر الإلكتروني النافذ(TEM).

المقدمة

تقنية النانو هي تقنية جديدة نسبيا أدت الى تقدم كبير في مجموعة متنوعة من المجالات الطبية والهندسية والالكترونية وغيرها من مجالات التكنلوجيا الحديثة [1,2] بحيث يتم تعديل (حجم الجسيمات الى حجم نانوي) لتحقيق الشكل والخصائص المرغوبة للتطبيق [3] الجسيمات النانوية مفيدة للغاية نظراً لخصائصها الفريدة وتطبيقاتها لاسيما في التكنلوجيا الحيوية والمجال الطبي والمحفزات ويجب ان يتراوح حجم الجسيم النانوي بين(1−100) نانومتر. الجسيمات النانوية (NPs) لها مسافة سطحية كبيرة ولكن كتلة معدنية صغيرة, ونظراً لخصائصها المغناطيسية والإلكترونية والبصرية فإن المعادن الغروية ذات اهمية كبيرة لمجموعة متنوعة من التخصصات بما في ذلك علوم المواد والفيزياء الهندسية والكيمياء [4]، الرنين السطحي البلازمون (SPR) هو احد الخصائص المميزة ل (NPs) المعدنية فعند تعرضها لطاقات ضوئية محددة تتشتت الإلكترونات الحرة بشكل جماعي على سطح المعدن مما يؤدي الى امتصاص للطاقة يعتمد على طول الموجة ويمكن ان تمتص (NPs) المعدنية بشدة الضوء في الطيف المرئي عن طريق حدوث اهتزاز جماعي لنطاقات التوصيل في صدى قوي مع الترددات الضوئية الثابتة [5] . لقد ثبت مؤخرا أن الاستئصال بالليزر في المحاليل هو تقنية واعدة جديدة للحصول على الغرويات المعدنية [6,7] يمكن انتاج الغرويات النقية والتي ستكون مفيدة لمزيد من التطبيقات والتحكم في حجم الجسيمات وهو عامل مهم جدا في التوليف الغرواني لأن طبيعة الجسيمات المعدنية ذات الحجم النانوي حساسة جداً.

وقد تستخدم عملية الاستئصال بالليزر لتحضير العديد من الجسيمات النانوية المعدنية وايضا مواد اشباه الموصلات النانوية في وسائط مختلفة مثل الفراغ والسائل والغاز التفاعلي, يعتبر الاجتثاث في السائل كنهج لتشكيل الجسيمات مرنا وكرويا وغير مكلف على الرغم من الآلية المعقدة لتفاعلات مادة الليزر، تحت التعرض لليزر يمكن استخدام اهداف مختلفة للاجتثاث في هذه العملية مثل الهدف الجماعي او تقسيم الجسيمات الدقيقة او المساحيق المعلقة [8] وبالتالي يمكن انتاج العديد من المعادن والمواد مثل الذهب، والفضة، والبلاديوم، واكسيد التيتانيوم ،والجسيمات النانوية المغناطيسية في وسط ناقل سائل [9] بالمقارنة مع الطرق التقليدية الاخرى يمكن لعملية (PLA) تحضير الجسيمات النانوية بشكل فعال في السوائل العشوائية مثل الماء والايثانول والاسيتون وغيرها.

انتجت تقنية النانو مواد من انواع مختلفة على مستوى النانو. الجسيمات النانوية هي فئة واسعة من المواد التي تحتوي على مواد جسيمية والتي لها بعد واحد على الاقل من (100) نانومتر على الاقل اعتماداً على الشكل العام يمكن ان تكون هذه المواد (0D, 1D, 2D, 3D) وجد الباحثون ان الحجم يمكن ان يؤثر على خصائص الفيز وكيميائية للمادة مثل الخصائص البصرية والشكل(1) يوضح تصنيف المواد النانوية حسب ابعادها.



الشكل (1) يوضح تصنيف المواد النانوية حسب ابعادها

الجانب العلمي

استخدم ليزر (Nd: YAG) النبضي وبطاقة **(260 mJ)** ونبض (10ns) في الاستئصال المستهدف وعدد نبضات ثابتة (50,100,150)Pulse، والجدول (1) يوضح خصائص الليزر المستخدم[10] ، تم تحضير جسيمات النحاس النانوية الفردية عن طريق الاستئصال بالليزر النبضي لهدف نحاسي كبير ذي نقاوة (99.9)، والشكل(2) يظهر صورة فوتوغرافية لليزر المستخدم وتم شطف الهدف المعدني اولاً بالإيثانول عدة مرات بالماء اللاأيوني ثم وضع الهدف الذي تم تنظيفه بالماء في قعر اناء زجاجي موضوع فيه (5mL) من الماء المقطر اللاأيوني تم الاحتفاظ بالمسافة بين الهدف النظيف وسطح السائل (7cm) لجعل الاجتثاث موحدا وتم تدوير الهدف من اجل الحصول على استئصال متجانس وقيست اطياف الامتصاص المرئية للأشعة فوق البنفسجية لمحلول النحاس بواسطة مقياس الطيف المرئي وايضاً تم قياس الخواص التركيبية بواسطة استخدام المجهر الإلكتروني النافذ (TEM).

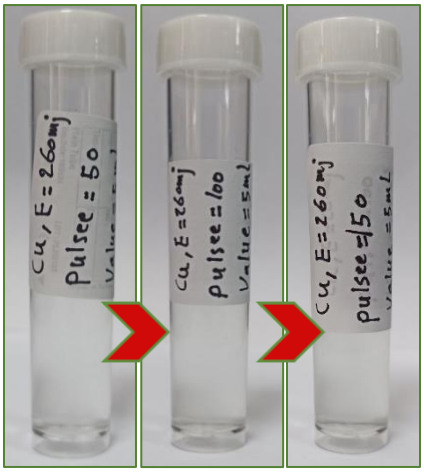
الجدول (1) خصائص الليزر المستخدم

الخاصية	القيم
مدة النبضة	10 ns
معدل التكرار	1-10 Hz
طاقة الليزر	2000 mJ
الوضع العرضي	TEM_{00}
نوع الليزر	Q-switched Nd: YAG
الطول الموجي	532 nm, 1064nm, 1320nm

الشكل (2) صورة فوتوغرافية لجهاز الليزر المستخدم

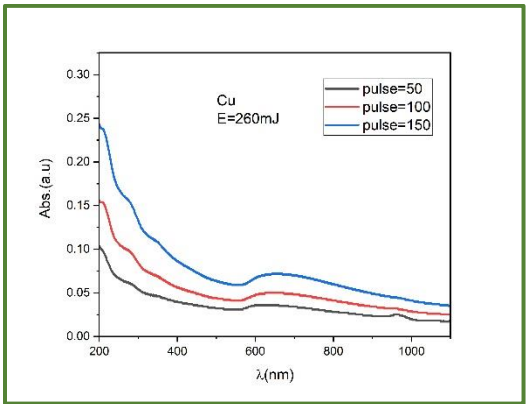
النتائج والمناقشة

تم فحص خصائص جسيمات النحاس النانوية المنتجة باستخدام عملية Pulsed Laser Ablation (PLA) من خلال الحصول على أطياف الامتصاص كدالة للطول الموجي وقد اظهرت نتائج الاجتثاث تغيراً في لون المحلول وهو بذلك يدل على تشكيل الجسيمات النانوية فيما يظهر ذلك بالشكل (3) تدرج لون المحلول للجسيمات النحاس للطاقة (260mJ) ولنبضات مختلفة، ويعتبر تغير اللون دليل اولي لتكوين الجسيمات النانوية في السائل.



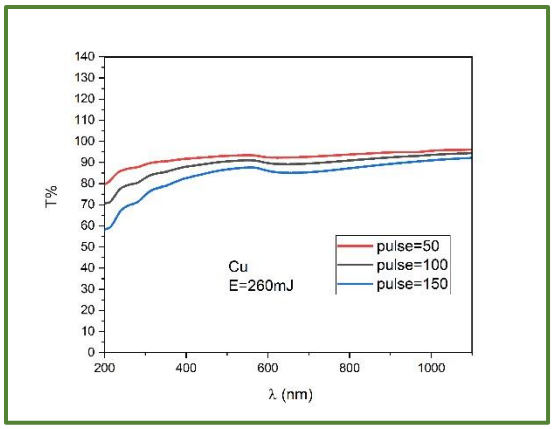
الشكل (3) محلول النحاس النانوي

وايضا تم دراسة الامتصاصية كدالة للطول الموجي لمحلول جسيمات النحاس النانوية عند الطاقة (260 mJ) وعدد نبضات Pulse(50,100,150)، كما يظهر الشكل(4) ازاحة نحو الاطوال الموجية القصيرة وبذلك تزداد الامتصاصية عند زيادة عدد النبضات وبهذا نلاحظ زيادة بعدد الجسيمات النانوية اذ تكون أطياف الامتصاص حادة على الرغم من أن عرض الاطياف يزيد قليلا وفقا لنظرية (mie) لامتصاص وتشتت الضوء بواسطة الجسيمات الصغيرة يعتمد الطول الموجي للحد الاقصى للتمييز البصري وشكل الاطياف على الوظيفة العازلة للوضع والحجم والشكل ونوع المادة للجسيمات النانوية [11] ويوضح الشكل أطياف الامتصاص البصري لمحلول النحاس النانوي المحضر في بيئة استئصاله وظهور قمم الامتصاص من المدى المرسوم، كما هو موضح في الشكل **(4)**.



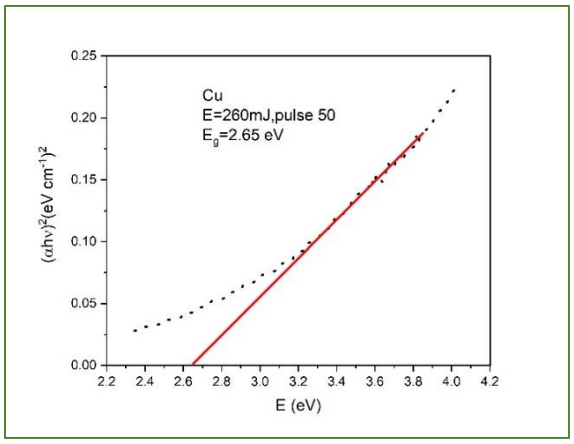
الشكل (4) يوضح الامتصاصية كدالة للطول الموجي لجسيمات النحاس النانوية

ودرست النفاذية لمحلول النحاس النانوي كما يظهر بالشكل (5) ونلاحظ ايضا زيادة في النفاذية عند زيادة عدد النبضات الليزرية ويفسر ذلك اعتماداً على زيادة عدد الجسيمات النانوية بزيادة عدد النبضات.

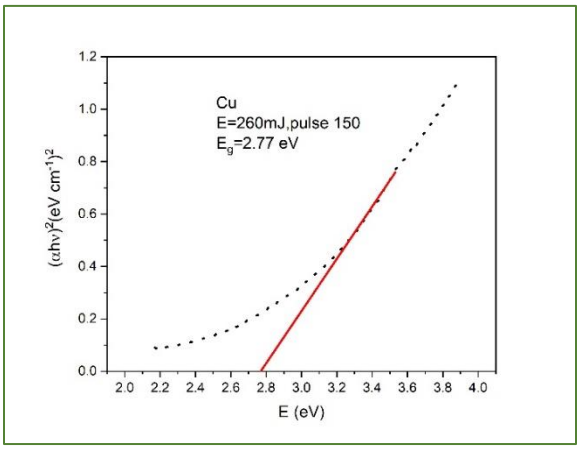


الشكل (5) يوضح النفاذية كدالة للطول الموجي لجسيمات النحاس النانوية

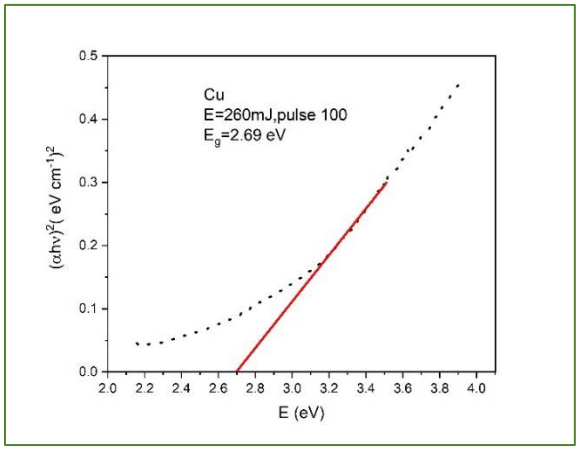
وبينت فجوات الطاقة عند طاقة (260mJ) زيادة ويظهر الشكل (6) فجوات الطاقة لعدد نبضات ثابتة Pulse(50,100,150)، والجدول (2) يوضح قيمة فجوة الطاقة للنبضات الليزرية المستخدمة.



(a)



(c)



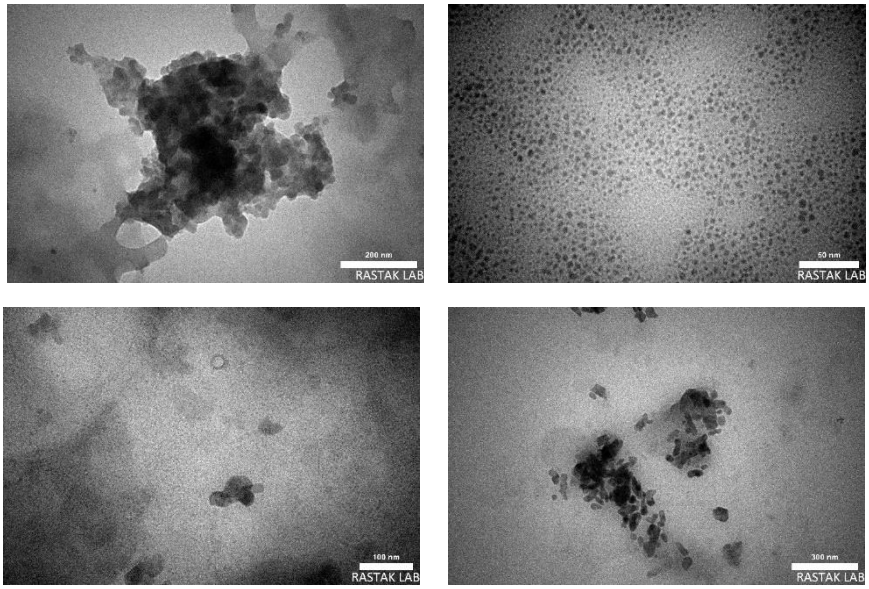
(b)

الشكل (6) يوضح فجوات الطاقة عند (a) pulse=50، (b) pulse=100، (c) pulse=150

الجدول (2) يوضح قيمة فجوة الطاقة للنبضات الليزرية المستخدمة

قيمة النبضة الليزرية (pulse)	قيمة فجوة الطاقة (eV)
50	2.65
100	2.77
150	2.69

حيث تكون الجسيمات النانوية السائلة كروية وقرنباطية نظرا لأن الوسائط لها وظائف عازلة متشابهة، تم تمييز توزيع الشكل وحجم الجسيمات الغروانية في الماء منزوع الايونات بواسطة المجهر الإلكتروني النافذ(TEM)،ويوضح الشكل (7) صورة ال(TEM) لجسيمات النحاس الغروية التي تم تصنيعها في الماء منزوع الايونات ويظهر الشكل ان حجم الجسيمات النانوية يتراوح بين (50-150) نانومتر. اذ تعتمد حجم الجسيمات على عدد نبضات الليزر. ان حجم الجسيمات النانوية الغروية يتناقص مع زياده عدد نبضات الليزر المشعة عند (1064) نانومتر. وانتجت الجسيمات النانوية مباشرة عند قصف الهدف المعدني النبيل بالليزر النبضي.



لشكل (7) يوضح نتائج المجهر الالكتروني النافذ (TEM) لمحلول النحاس النانوي

الاستنتاجات

في العمل الحالي تم انتاج جسيمات النحاس النانوية بنجاح بواسطة الليزر (Nd: YAG) النبضي لهدف النحاس في الماء بالإضافة الى ذلك فقد فحص ثبات الجسيمات وتطور زمن الامتصاص البصري هذا وقد اظهرت هذه الطريقة اهمية واسعه كونها طريقة امنة وفعالة غير مكلفة وايضا من خلالها يمكن تطبيق الجسيمات النانوية لعدد من التطبيقات اعتماداً على خواصها الفيزيائية (كالحجم، والشكل، وخواصها البصرية والكهربائية).

الشكر والتقدير

اقدم شكري وامتناني الى الدكتور مشتاق عبد داؤود الجبوري المسؤول عن مختبر كلية التربية للعلوم الصرفة.

Reference

1. G. Bagherzade, M. M. Tavakoli, and M. H. "NamaeiGreen synthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of saffron (Crocus sativus L.) wastages and its antibacterial activity against six bacteria." Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 7, no. 3): 227-233, 2017
2. S. Agrawal, B. Manoj S. Kumar Rai, Arun Bhatt, Pranshu Dangwal, and P. Kumar Agrawal. "Silver nanoparticles and its potential applications: A review." *J. Pharmacogn. Phytochem* 7: 930-937,2018
3. N. KORKMAZ, and A. KARADAĞ. "Microwave assisted green synthesis of Ag, Ag2O, and Ag2O3 nanoparticles." *Journal of the Turkish Chemical Society Section A: Chemistry* 8, no. 2: 585-592, 2021
4. M. Vinod, and K. G. Gopchandran. "Au, Ag and Au: Ag colloidal nanoparticles synthesized by pulsed laser ablation as SERS substrates." *Progress in Natural Science: Materials International* 24, no. 6 : 569-578, 2014
5. N. Zeng, A. M Ayyub, S. Haichun, W. , Xu, X. Ping, and Z. Gao. "Effects of physical activity on motor skills and cognitive development in early childhood: a systematic review." *BioMed research international* , 2017
6. F. Anton, and A. Henglein. "Laser ablation of films and suspended particles in a solvent: formation of cluster and colloid solutions." *BERICHTE-BUNSENGESELLSCHAFT FUR PHYSIKALISCHE CHEMIE* 97 : 252-252, 1993
7. T. Tsuji, K. Iryo, Y. Nishimura, and M. Tsuji "Preparation of metal colloids by a laser ablation technique in solution: influence of laser wavelength on the ablation efficiency (II)." *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 145, no. 3 : 201-207, 2001
8. F. Mafuné, J. Y. KohnoTakeda , and T. Kondow. "Full physical preparation of size-selected gold nanoparticles in solution: laser ablation and laser-induced size control." *The Journal of Physical Chemistry B* 106, no. 31 : 7575-7577, 2002
9. F. Mafune, J. Y. Kohno, Y. Takeda, and T. Kondow, "Formation of stable platinum nanoparticles by laser ablation in water." *The Journal of Physical Chemistry B* 107, no. 18 : 4218-4223, 2003
10. N. Al-Jubbori and M. Al-Jubbori, "Preparation and study of some physical properties of silver nanoparticles by pulsed laser ablation in liquids technique" Journal of Education and science (ISSN 1812−125X),vol:31,No:02, (01−09), 2022
11. Bohren, C. F., D. R. Huffman, and Z. Kam. "Book-review-absorption and scattering of light by small particles." *Nature* 306, no. 5943 : 625, 1983