

Analytical Study Of the Transmittance Spectra of lead-Doped Titanium Dioxide $Ti_{(1-x)}Pb_xO_2$ ($x=0.1,0.3,0.4$ wt%)

Dr. Ahmad Khoudro*

Dr. Sabah Sayed Kadory**

Dr. Zead Rostom*** 

(Received 8 / 1 / 2025. Accepted 7 / 5 / 2025)

□ ABSTRACT □

Titanium dioxide is considered one of the most important oxides in international research laboratories due to its distinct characteristics and to study the changes that occur in its physical properties ,the optical properties of powders of titanium dioxide were examined with lead in different ratios ($x=0.1 - 0.3 - 0.4$ wt%)after being prepared by the solid state reaction method. The results of the infrared spectroscopy showed the optical properties of the pure and lead-doped powders, which are: transmittance T, absorbance A, reflectivity R, absorption coefficient α ,damping coefficient K, refractive index n, optical waevelength L, optical conductivity δ_{opt} , optical density O.D, and the real dielectric constant ϵ_r and the imaginary dielectric constant ϵ_i and the changes that occurred at each dopant percentage compared to the pure sample.

Keywords; absorbance A, reflectivity f, absorption coefficint α , dielectric constant α , optical density O.D, refractive index n, optical wavelength L.

Copyright



: Latakia University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

* professor, department of physics, Faculty of science, Latakia university, Syria.

**Doctor, department of physics, Faculty of science,Alfurat university, Deir-ez- Zor, Syria.

*** Associate Professor, department of physics, Faculty of science, Latakia university, Syria.

دراسة تحليلية لأطياف النفوذية لمركب ثاني أكسيد التيتانيوم المشاب بالرصاص



د. أحمد خضرو*

د. صباح سيد قدوري**

د. زياد رستم*** 

(تاريخ الإيداع 8 / 1 / 2025. قبل للنشر في 7 / 5 / 2025)

□ ملخص □

أوكسيد التيتانيوم من الأكاسيد الأكثر أهمية في مخابر البحوث العالمية نظرا لامتيازه بخصائص متميزة ولدراسة التغيرات التي تطرأ على هذه الخصائص الفيزيائية ، تم فحص الخصائص الضوئية لمساحيق من ثاني أكسيد التيتانيوم المشاب بالرصاص بنسب مختلفة ($x=0.1 - 0.3 - 0.4 \text{ wt}\%$) بعد تحضيرها بطريقة تفاعل الحالة الصلبة وقد أظهرت نتائج جهاز مطياف الأشعة تحت الحمراء الخصائص الضوئية للمساحيق النقية والمشابة بالرصاص وهي : النفاذية T والامتصاصية A و الانعكاسية R ومعامل الامتصاص α ومعامل التخامد K وقرينة الانكسار n والطول الموجي الضوئي L والناقلية الضوئية δ_{opt} والكثافة الضوئية O.D وثابت العزل الحقيقي ϵ_r والتخليبي ϵ_i والتغيرات التي طرأت على كل نسبة اشابة مقارنة بالعينة النقية.

الكلمات المفتاحية: الامتصاصية A-الانعكاسية R - معامل الامتصاص α - ثابت العزل ϵ - الكثافة الضوئية O.D-قرينة الانكسار n - الطول الموجي L .

حقوق النشر : مجلة جامعة اللاذقية- سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص 

CC BY-NC-SA 04

*أستاذ - قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة اللاذقية - اللاذقية - سوريا
**دكتور- قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة الفرات - سوريا
***أستاذ مساعد - قسم الفيزياء- كلية العلوم- جامعة اللاذقية - اللاذقية- سوريا

مقدمة:

بدأت دراسة المواد نصف الناقلة منذ أوائل القرن التاسع عشر [1] وذلك لأهميتها الكبيرة من الناحية العلمية والتجريبية فقد استمرت هذه الأبحاث بصورة واسعة للتعرف على خواص المواد نصف الناقلة وبنيتها وتركيبها [2] وإمكانية استغلالها في مختلف المجالات الى أن تمكن الباحثون في عام 1886 من تصنيع أول صمام ثنائي من تلك المواد [3] ومن بين هذه المواد مادة ثاني أكسيد التيتانيوم المستخدمة حالياً وقديماً على نطاق واسع نظراً لخواصها المميزة والواسعة [4] والتي تختلف باختلاف الشوائب المضافة للمركب ونسبة الاشابة له [5] من ناحية واختلاف العوامل الخارجية التي تم تعريضها لها من ضغط عالي وحرارة [6] وتحويلها لمواد نانوية ولأفلام من ناحية أخرى [7] وغيرها من العمليات التي قام بها الباحثين بغية استغلال هذه المركبات كصباغ [8] والذي يتم انتاجه على طريقتين صناعيتين رئيسيتين من خامة اما الالمنت أو الروتيل سواء الطبيعي أو الصناعي [9]. استخدم هذا المركب (ثاني أكسيد التيتانيوم) في تبييض الأوراق و صباغ معاجين الأسنان [10] و حشوات الأسنان و تلوين المواد الدوائية [11] كما يستخدم كمسحوق للوجه فهو يحميه من الأشعة فوق البنفسجية الضارة من خلال امتصاص تلك الأشعة [12]، ويتواجد ثاني أكسيد التيتانيوم بثلاثة أطوار وهي: الأاناتاز (Anatase phase) والروتيل (Rutile phase) بينيهما البلورية الرباعية و البروكيت (Brookite phase) بينيته البلورية المعينية القائمة [13] والشكل (1) يظهر هذه البنى.

كما يمتاز هذا المركب أيضاً بقدرته الكبيرة على تحمل درجات الحرارة العالية [14]، مما يمكننا من استغلاله بشكل أساسي في السفن البحرية والصواريخ والطائرات والمركبات الفضائية وأنبيب محطات الطاقة وفي صناعة الدروع الواقية من الإشعاعات المميتة.

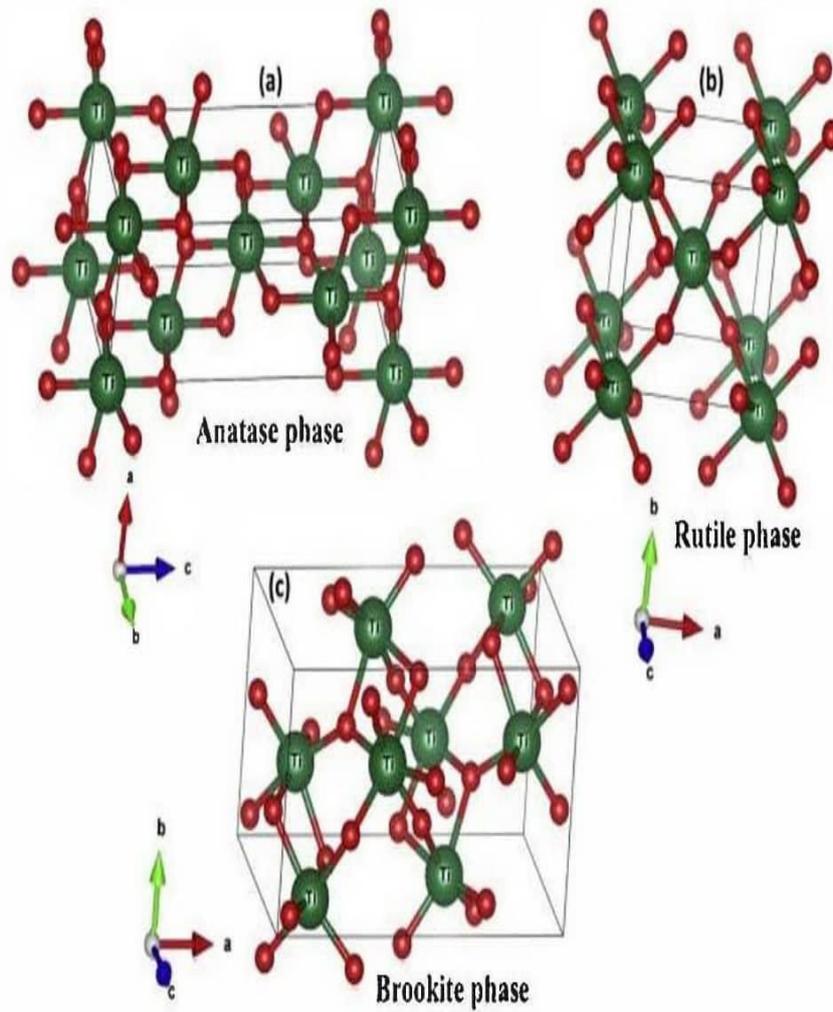
الهدف من البحث:

في هذا البحث سنقوم بإشابة مركب TiO_2 النقي بنسب مختلفة من الرصاص ودراسة التغيرات التي تطرأ على الخصائص الضوئية وذلك بعد أن نقوم بتعريض المركبات النقية والمشابة للأشعة تحت الحمراء والتي يقع عددها الموجي ضمن المجال $400-4000\text{ cm}^{-1}$.

أهمية البحث :

تكمن أهمية البحث في التأكد من:

- 1- وجود روابط اهتزازية لمركب ثاني أكسيد التيتانيوم والتي ازدادت بازدياد الاشابة.
- 2- انخفاض كل من: النفاذية ومعامل الامتصاص وقريئة الانكسار والناقلية الضوئية وثابت العزل المعقد كلما ازدادت نسبة الاشابة بالرصاص.
- 3-ازدياد كل من: الكثافة الضوئية، الامتصاصية، الانعكاسية وعمق الاختراق بازدياد نسبة الاشابة بالرصاص.



الشكل (1): البنية البلورية لثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 (a) الأنا تار (b) الروتيل (c) البروكيت .

طرائق البحث (العمل التجريبي):

تم وزن مساحيق مركب ثاني أكسيد التيتانيوم TiO_2 النقي وعنصر الرصاص pb بواسطة ميزان حساس من نوع (SARTORIUS) ذو دقة مقدارها (10^{-4} gr) وتم اشابة عينات المركب النقي بنسب مختلفة من الرصاص وفق (Solid – State interaction $Ti_{1-x}pb_xO_2(x=0.1-0.3-0.4 \text{ gr})$) (method [9], [3] ، حيث قمنا بخلط المواد وطحنها جيدا لمدة ساعتين باستخدام هاون و مدقة من العقيق (Agate mortar and pestle) لتحويلها الى مساحيق (Powders) دقيقة جدا ، ثم نخلها بواسطة منخل قطر فتحته 90 ميكرون ، وتم تسخين العينات التي تم سحقها حتى 200 C° بواسطة مرمدة حيث أن عملية التحضير تمت في كلية العلوم في جامعة تشرين في مخابر قسمي الفيزياء والكيمياء ،تمت قياسات IR في كلية العلوم في جامعة حلب .

النتائج والمناقشة:**دراسة مخططات FT IR :**

يوضح الشكل (2) أطياف IR لعينات ثاني أكسيد التيتانيوم النقي والمشابه بالرصاص بالنسب: $x = (0.1-0.3-0.4 \text{ wt}\%)$ ، حيث قمنا بقياس:

1- النفاذية T : وهي النسبة بين شدة الشعاع النافذ الى شدة الشعاع الوارد وتؤخذ من الجهاز نفسه.

2- الامتصاصية A : وهي النسبة بين شدة الشعاع الممتص الى شدة الشعاع الوارد وتحسب من العلاقة [15]:

$$A = \log \left(\frac{100}{T\%} \right) = \log \left(\frac{1}{T} \right) \quad (1)$$

حيث T النفوذية.

3- معامل الامتصاص α : وهو يعبر عن النقصان في فيض طاقة الشعاع الوارد الى واحدة المسافة باتجاه انتشار الموجة الضوئية الواردة داخل الوسط، ويحسب من العلاقة [16]:

$$\alpha = 2.303 \frac{A}{d} \quad (2)$$

حيث $d=1\text{mm}$ تمثل سماكة العينة و A الامتصاصية.

4- معامل التخامد K : وهو كمية ما تمتصه الكترونات المادة المدروسة من طاقة فوتونات الشعاع الوارد عليها ويحسب من العلاقة [17]:

$$K = \frac{A}{4\pi v} \quad (3)$$

حيث (v) التردد .

5- قرينة الانكسار n : وهي النسبة بين سرعة الضوء في الخلاء الى سرعته في الوسط المدروس، وتحسب من العلاقة التالية [18]:

$$n = \left[\frac{100 - T\%}{T\%} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

6- عمق الامتصاص L : وهو مقلوب معامل الامتصاص ويحسب من العلاقة التالية [19]:

$$L = \frac{1}{\alpha} \quad (5)$$

7 - الناقلية الضوئية $\sigma_{(opt)}$: ترتبط بمعامل الانكسار و معامل التخماد وفقا للعلاقة [20] :

$$\sigma_{(opt)} = \frac{1}{30} nk\nu \quad (6)$$

8 - ثابت العزل العقدي ϵ : يرتبط بمعامل الانكسار و معامل التخماد ويتألف من قسم حقيقي ϵ_r و قسم تخيلي ϵ_i يحسب كل منهما من العلاقة [5] :

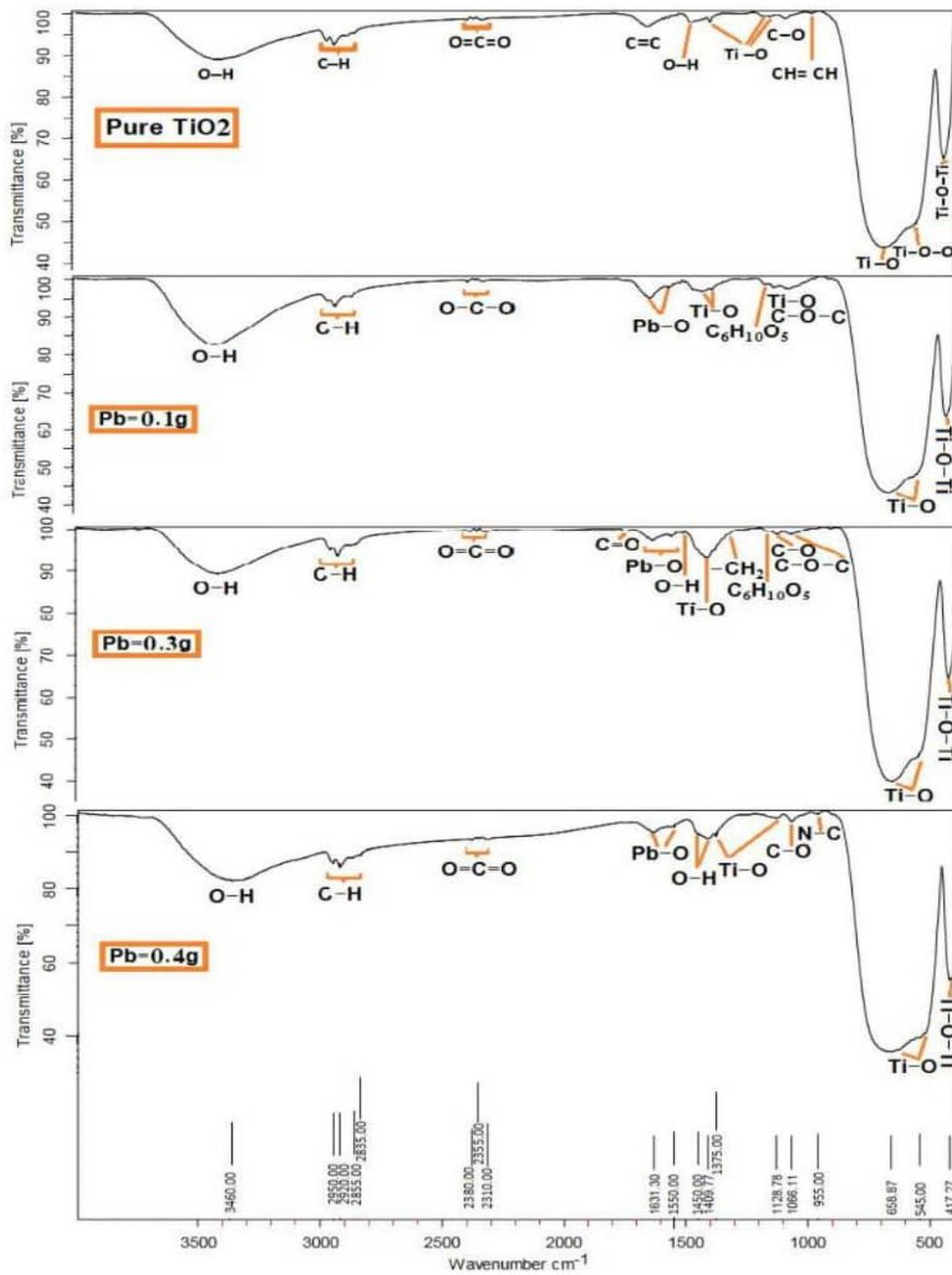
$$\epsilon_r = n^2 + k^2 \quad (7)$$

$$\epsilon_i = 2k\nu \quad (8)$$

9 - الكثافة الضوئية OD: وهي تتعلق بمعامل الامتصاص وسمك العينة وتعطى بالعلاقة التالية [21]:

$$OD=0.434 \alpha d \quad (9)$$

تم اجراء تحليل FTIR للعينات النقية والمشابه في درجة حرارة الغرفة ضمن المجال $[400-4000 \text{ cm}^{-1}]$ والذي ضم العديد من الحزم المذكورة في الجداول (3-4-5-6-7) ومنه الحزم التي ظهرت عند القمم المقابلة للأعداد الموجية - 3400 - 1406 cm^{-1} [3422 -3430 -3500] تعود الى اهتزاز مجموعة الهيدروكسيل (O - H) بالإضافة الى الروابط الاهتزازية التي حصلنا عليها والتي تعود لمركب ثاني أكسيد التيتانيوم وروابط أكسيد الرصاص والتي ازدادت أعدادها بازدياد نسبة الاشابة بالرصاص.



الشكل (2) أطياف FTIR لعينات ثاني أكسيد التيتانيوم النقي والمشاب بالرصاص بالنسب [x=0.1-0.3-0.4 wt%]

الجدول (1) تردد الاهتزازات والروابط المقابلة للقمم لثاني أكسيد التيتانيوم النقي مع قيم النفاذية و الامتصاصية و الانعكاسية ومعامل الامتصاص و التخادم و قرينة الانكسار والطول الموجي .

TiO ₂ النقي								
$\nu(cm)^{-1}$	الروابط	T	A	R	$\alpha(cm)^{-1}$	K.10 ⁻⁶	n	L(cm)
3400.00	O-H	0.890	0.0506	0.0594	1.16538	27.00	1.3516	0.8581
2960.00	C-H	0.935	0.0292	0.0358	0.67248	18.00	1.2677	1.4870
2920.00	C-H	0.925	0.0339	0.0411	0.78072	21.00	1.2847	1.2809
2868.00	C-H	0.949	0.0227	0.0283	0.52279	15.00	1.2318	1.9128
2830.00	C-H	0.952	0.0214	0.0266	0.49284	14.00	1.2245	2.0291
2375.00	O-C-O	0.985	0.0066	0.0084	0.15110	5.100	1.1234	6.6181
2350.00	O=C=O	0.979	0.0092	0.0118	0.21188	7.200	1.1465	4.7197
2310.00	O=C=O	0.975	0.0101	0.0149	0.23260	8.000	1.1601	4.2992
1629.69	C=C	0.969	0.0131	0.0171	0.31551	15.00	1.1789	3.1695
1457.48	O-H	0.979	0.0092	0.0118	0.21188	7.200	1.1465	4.7197
1376.28	Ti-O	0.980	0.0088	0.0112	0.20266	12.00	1.1429	4.9344
1153.35	Ti-O	0.990	0.0044	0.0056	0.01010	0.700	1.1005	99.001
1165.00	Ti-O	0.992	0.0035	0.0045	0.08061	5.500	1.0898	12.4054
1066.70	C-O	0.989	0.0048	0.0062	0.11054	8.200	1.1055	9.0465
965.00	CH=CH	100.0	0.0000	0.0255	0.00000	0.000	0.0000	∞
668.38	Ti-O	0.439	0.3576	0.2034	8.23553	980.0	1.1304	0.1214
568.00	O-O-Ti	0.485	0.3143	0.2007	7.23833	1010.0	1.0305	1.382
416.87	Ti-O-Ti	0.650	0.1871	0.1692	4.30891	820.0	1.7338	0.2321

الجدول(2) يبين تردد الاهتزازات والروابط المقابلة للقمم لثاني أكسيد التيتانيوم المشاب بالرصاص بنسبة 0.1 wt% مع قيم النفاذية و الامتصاص و الانعكاس و معامل الامتصاص و معامل التخادم و قرينة الانكسار و الطول الموجي.

TiO ₂ :Pb(x=0.1 wt%)								
$\nu(cm)^{-1}$	الروابط	T %	A	R	$\alpha(cm)^{-1}$	K.10 ⁻⁶	n	L(cm)
3410.00	O-H	82.50	0.0487	0.1263	1.1122	26.00	1.461	0.891
2950.00	C-H	94.00	0.0269	0.0331	0.6195	17.00	1.253	1.614
2915.00	C-H	92.60	0.0334	0.0406	0.7692	21.00	1.283	1.300
2840.00	C-H	95.00	0.0223	0.0277	0.5236	14.00	1.229	1.947
2380.00	O=C=O	99.89	0.0005	0.0006	0.0115	0.400	1.033	86.41
2350.00	O=C=O	100.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.000	0.000	∞
2315.00	O=C=O	99.90	0.0004	0.0006	0.0092	0.300	1.032	108.7
1636.49	Pb-O	95.00	0.0223	0.0227	0.5136	18.00	1.229	1.947
1560.00	Pb-O	98.00	0.0088	0.0112	0.2027	9.900	1.143	4.933
1419.65	Ti-O	97.00	0.0132	0.0168	0.3040	16.00	1.176	3.289
1380.00	Ti-O	98.20	0.0079	0.0101	0.1819	10.00	1.136	5.497
1161.66	C ₆ H ₁₀ O ₅	98.40	0.0070	0.0090	0.1612	11.00	1.128	6.203
1127.35	Ti-O	97.05	0.0132	0.0168	0.3040	21.00	1.176	3.289
1062.05	C-O-C	97.90	0.0092	0.0118	0.2119	16.00	1.147	4.719
665.840	Ti-O	44.90	0.3478	0.2032	0.8010	96.00	1.108	1.248
550.000	Ti-O	48.00	0.3188	0.2012	0.7342	110.0	1.041	1.362
417.230	Ti-O-Ti	63.20	0.1993	0.1687	0.4590	88.00	1.763	2.179

الجدول (3) تردد الاهتزازات والروابط المقابلة للمعم ثنائي أكسيد التيتانيوم المشاب بالرصاص بنسبة 0.3 wt% مع قيم النفوذية والامتصاص والانعكاس ومعامل الأمتصاص ومعامل التخامد وقرينة الانكسار والطول الضوئي.

TiO ₂ :Pb(x=0.3 wt%)								
$\nu(cm)^{-1}$	الروابط	T %	A	R	$\alpha(cm)^{-1}$	K.10 ⁻⁶	n	L(cm)
3410.00	O - H	89.40	0.0487	0.0573	1.1216	26.00	1.344	0.892
2955.00	C - H	94.50	0.0246	0.0304	0.5666	15.00	1.241	1.765
2925.00	C - H	92.50	0.0339	0.0411	0.7807	21.000	1.285	1.281
2850.00	C - H	96.30	0.0164	0.0206	0.3777	11.000	1.196	2.648
2380.00	O=C= O	98.90	0.0048	0.0962	0.1105	3.700	1.105	9.050
2355.00	O=C= O	99.60	0.0017	0.0023	0.0392	1.300	1.101	9.872
2320.00	O=C= O	98.90	0.0048	0.0062	0.1105	3.800	1.160	3.948
1745.00	C=O	99.00	0.0044	0.0056	0.1013	4.600	1.078	16.69
1635.26	Pb-O	97.50	0.0110	0.0140	0.2533	12.00	1.123	6.579
1550.00	Pb-O	98.50	0.0066	0.0084	0.1520	7.800	1.123	6.579
1406.92	O-H	92.00	0.0362	0.0438	0.8337	47.00	1.123	6.579
1375.00	Ti-O	93.90	0.0273	0.0337	0.6287	36.00	1.295	1.200
1340.00	-CH ₂	97.50	0.0110	0.0140	0.2533	15.00	1.255	1.591
1160.00	C ₆ H ₁₀ O ₅	99.40	0.0026	0.0034	0.0599	4.100	1.106	3.948
1115.00	C-O	98.40	0.0066	0.0084	0.152	11.00	1.078	16.69
1060.00	C-O-C	98.50	0.0066	0.0084	0.152	11.00	1.123	6.579
645.810	Ti-O	98.50	0.3979	0.2021	9.164	1129	1.225	0.109
545.000	Ti-O	45.00	0.3468	0.2032	7.987	1166	1.106	0.125
418.350	Ti-O-Ti	65.20	0.1858	0.1622	4.279	814.0	1.721	0.234

الجدول (4) يبين تردد الاهتزازات والروابط المقابلة للمعم ثنائي أكسيد التيتانيوم المشاب بالرصاص بنسبة 0.4 wt% والامتصاص والانعكاس ومعامل الأمتصاص ومعامل التخامد وقرينة الانكسار والطول الضوئي.

TiO ₂ :Pb(x=0.4 wt%)								
$\nu(cm)^{-1}$	الروابط	T %	A	R	$\alpha(cm)^{-1}$	K.10 ⁻⁶	n	L(cm)
3460.00	O-H	82.50	0.0835	0.9150	1.9230	44.000	1.4606	0.5200
2950.00	C - H	88.00	0.0555	0.0645	1.2781	34.000	1.3693	0.7824
2920.00	C - H	86.85	0.0612	0.0703	1.4094	38.000	1.3891	0.6693
2855.00	C - H	89.00	0.0506	0.0594	1.1653	32.000	1.3516	0.8581
2835.00	C - H	89.90	0.0462	0.0548	1.0640	30.000	1.3352	0.0398
2380.00	O=C=O	95.00	0.0223	0.0277	0.5129	17.000	1.2294	1.9497
2355.00	O=C=O	95.25	0.0211	0.0264	0.4858	16.000	1.2233	2.0579
2310.00	O=C=O	95.00	0.0223	0.0277	0.5136	18.000	1.2294	1.9470
1631.30	Pb-O	97.00	0.0132	0.0168	0.3040	15.000	1.1759	3.2859
1550.00	Pb=O	98.40	0.0070	0.0090	0.1612	8.3000	1.1275	6.0235
1450.00	O=H	96.50	0.0155	0.0195	0.3570	20.000	1.1904	2.8011
1409.77	O-H	95.40	0.0205	0.0305	0.4721	27.000	1.2196	2.1182
1375.00	Ti-O	95.90	0.0182	0.0822	0.4191	24.000	1.2068	2.3861
1128.78	Ti-O	98.50	0.0065	0.0085	0.1497	11.000	1.1234	6.6800
1066.11	C-O	97.70	0.0101	0.0109	0.2326	17.000	1.1534	4.2992
955.000	N-C	100.0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	∞
658.870	Ti-O	34.00	0.4685	0.1915	10.790	1303.0	1.3933	0.0927
545.000	Ti-O	37.50	0.4250	0.8010	9.8108	1433.0	1.2910	0.1019
417.270	Ti-O-Ti	56.50	0.2480	0.1870	5.7114	1089.0	1.8774	0.1751

نلاحظ أن أعلى قيمة للأمتصاصية من أجل العينة النقية هي 0.3576 والمقابلة للعدد الموجي 668.38 cm^{-1} وأدنى قيمة لها هي 0 والتي تقابل العدد الموجي 965.00 cm^{-1} ، وأدنى قيمة للأمتصاصية من أجل العينة المشابة هي 0 المقابلة للعدد الموجي 2350 cm^{-1} و 955 cm^{-1} عند نسبة الاشابة $0.1 \text{ wt}\%$ و $0.4 \text{ wt}\%$ على الترتيب ، وأعلى قيمة لها $0.4685 \text{ wt}\%$ والتي تقابل العدد الموجي 658.870 cm^{-1} ، ونلاحظ أن الأمتصاصية ازدادت بازدياد نسبة الاشابة بالرصااص وتكون العينة ذات نسبة الاشابة بالرصااص $0.1 \text{ wt}\%$ أقرب للعينة النقية. بلغت أدنى قيمة للانعكاس من أجل العينة النقية 0.0045 والتي تقابل العدد الموجي 665 cm^{-1} أما أعلى قيمة لها عند هذه العينة هي 0.2034 والمقابلة للعدد الموجي 668.38 cm^{-1} أما من أجل العينة المشابة فأدنى قيمة لها هي 0 والمقابلة للعدد الموجي 2350 cm^{-1} وأعلى قيمة لها 0.8010 والتي تقابل العدد الموجي 545 cm^{-1} في العينة ذات نسبة الاشابة $0.1 \text{ wt}\%$ ، ونلاحظ أن الأنعكاسية ازدادت بازدياد نسبة الاشابة بالرصااص وتكون العينة ذات نسبة الاشابة بالرصااص $0.1 \text{ wt}\%$ أقرب الى العينة النقية .

ان ادنى قيمة لمعامل الأمتصاص من أجل العينة النقية 0 والتي تقابل العدد الموجي 965 cm^{-1} أما أعلى قيمة لها عند هذه العينة هي 8.23553 والمقابلة للعدد الموجي 668.38 cm^{-1} أما من أجل العينة المشابة أدنى قيمة لها هي 0 المقابلة للعدد الموجي 2350 cm^{-1} وأعلى قيمة لها 9.169 والتي تقابل العدد الموجي 645.81 cm^{-1} ، ونلاحظ أن معامل الامتصاص قد تناقص بازدياد الأشابة بالرصااص عدا العينة ذات نسبة الاشابة $0.4 \text{ wt}\%$ والتي ازداد عندها بازدياد نسبة الاشابة وتكون العينة ذات نسبة الاشابة بالرصااص $0.1 \text{ wt}\%$ أقرب للعينة النقية.

أن أدنى قيمة لمعامل التخماد من أجل العينة النقية 0 والتي تقابل العدد الموجي 965 cm^{-1} أما أعلى قيمة لها عند العينة 0.00101 والمقابلة للعدد الموجي 568 cm^{-1} أما من أجل العينة المشابة أدنى قيمة لها هي 0 المقابلة للعدد الموجي 2350 cm^{-1} و 955 عند نسبي الاشابة $0.1 \text{ wt}\%$ و $0.4 \text{ wt}\%$ على الترتيب وأعلى قيمة لها 1433.0 والتي تقابل العدد الموجي 545 cm^{-1} ، ونلاحظ أن معامل التخماد ازداد بازدياد نسبة الاشابة بالرصااص عدا العينة ذات نسبة الاشابة $0.1 \text{ wt}\%$ والتي تناقص عندها معامل التخماد عند المجال الاهتزازي 10626.05 – 3410 cm^{-1} .

ان أدنى قيمة لقرينة الانكسار من أجل العينة النقية 0 والتي تقابل العدد الموجي 965 cm^{-1} أما أعلى قيمة لها عند هذه العينة 1.1304 و المقابلة للعدد الموجي 668.38 cm^{-1} أما مكن أجل العينة المشابة فأدنى قيمة لها هي 0 المقابلة للعدد الموجي 955 cm^{-1} و 2350 cm^{-1} عند نسبي الاشابة $0.1 \text{ wt}\%$ و $0.4 \text{ wt}\%$ على الترتيب وأعلى قيمة لها 1.3933 و التي تقابل العدد الموجي 658.87 cm^{-1} ونلاحظ أن قرينة الانكسار تتناقص بازدياد نسبة الاشابة بالرصااص وتكون العينة ذات نسبة الاشابة بالرصااص $0.4 \text{ wt}\%$ أقرب للعينة النقية.

بلغت أدنى قيمة للطول الضوئي من أجل العينة النقية 0.1214 والتي تقابل العدد الموجي 668.38 cm^{-1} أما أعلى قيمة لها عند هذه العينة اللانهاية والمقابلة للعدد الموجي 690 cm^{-1} أما من أجل العينة المشابة أدنى قيمة لها 0.0927 المقابلة للعدد الموجي 558 cm^{-1} وأعلى قيمة لها هي اللانهاية و التي تقابل العدد الموجي 2350 cm^{-1} و 950 cm^{-1} عند نسبي الاشابة $0.1 \text{ wt}\%$ و $0.4 \text{ wt}\%$ على الترتيب ، ونلاحظ أيضا أن الطول الضوئي ازداد بازدياد نسبة الاشابة بالرصااص.

الجدول (5) يبين تردد الاهتزازات لثاني أكسيد التيتانيوم النقي مع قيم الناقلية الضوئية والكثافة الضوئية والقسم الحقيقي والتخليبي لثابت العزل

النقي TiO ₂				
$\nu(cm)^{-1}$	$\sigma_{(opt)}(\Omega.cm)^{-1}$	O.D	$\epsilon_i \times 10^{-4}$	ϵ_r
3400.00	0.000044	0.00500	0.189	0.123
2960.00	0.0000468	0.00260	0.095	0.070
2920.00	0.000582	0.09250	0.120	0.081
2868.00	0.000151	0.00240	0.070	0.054
2830.00	0.000296	0.00160	0.063	0.051
2375.00	0.000050	0.00050	0.013	0.015
2350.00	0.000083	0.00072	0.021	0.021
2310.00	0.000099	0.00080	0.026	0.026
1629.69	0.000146	0.00101	0.054	0.032
1457.48	0.000083	0.00072	0.035	0.021
1376.28	0.020449	0.00063	0.034	0.020
1153.35	0.000055	0.00031	0.001	0.010
1165.00	0.000002	0.00025	0.110	0.008
1066.70	0.000031	0.00040	0.015	0.011
965.00	0	0	0	0.000
668.38	0.024681	22.15	22.15	1.277
568.00	0.019706	20.81	20.81	1.061
416.87	0.008361	12.038	12.038	0.539

الجدول (6) يبين تردد الاهتزازات لثاني أكسيد التيتانيوم المشاب بالرصاص بنسبة 0.1 wt% مع قيم الناقلية الضوئية والكثافة الضوئية والقسم الحقيقي و التخليبي لثابت العزل.

TiO ₂ :Pb(x=0.1 wt%)				
$\nu(cm)^{-1}$	$\sigma_{(opt)}(\Omega.cm)^{-1}$	O.D	$\epsilon_i \times 10^{-4}$	ϵ_r
3410.00	0.001361	0.0438	0.2400	0.212
2950.00	0.000422	0.0269	0.0860	0.064
2915.00	0.000577	0.0334	0.1190	0.080
2840.00	0.000304	0.0223	0.0640	0.053
2380.00	0.000001	0.0005	0.0030	0.001
2350.00	0.000000	0.0000	0.0000	0.000
2315.00	0.000000	0.0004	0.0002	0.001
1636.49	0.000225	0.0223	0.0820	0.001
1560.00	0.000074	0.0088	0.0280	0.053
1419.65	0.000133	0.0132	0.0560	0.031
1380.00	0.000062	0.0097	0.0270	0.018
1161.66	0.000054	0.0070	0.0280	0.016
1127.35	0.000139	0.0132	0.0470	0.031
1062.05	0.000083	0.0092	0.0470	0.022
665.840	0.002360	0.0348	2.1270	1.227
550.00	0.002100	0.0319	2.2900	1.083
417.230	0.000930	0.0199	1.3430	0.582

الجدول (7) يبين تردد الاهتزازات لثاني أكسيد التيتانيوم المشاب بالرصاص بنسبة 0.3 wt% مع قيم الناقلية الضوئية والكثافة الضوئية والقسم الحقيقي والتخيلي لثابت العزل.

TiO ₂ :Pb(x=0.3 wt%)				
$\nu(cm)^{-1}$	$\sigma_{(opt)}(\Omega.cm)^{-1}$	O.D	$\epsilon_i \times 10^{-4}$	ϵ_r
3410.00	0.001010	0.0527	0.179	0.119
2955.00	0.000350	0.0246	0.036	0.058
2925.00	0.000590	0.0339	0.060	0.081
2850.00	0.000200	0.0164	0.022	0.038
2380.00	0.000031	0.0048	0.004	0.011
2355.00	0.000006	0.0017	0.001	0.004
2320.00	0.000031	0.0048	0.004	0.011
1745.00	0.000027	0.0044	0.005	0.010
1635.26	0.000105	0.0110	0.019	0.026
1550.00	0.000050	0.0066	0.010	0.015
1406.92	0.000650	0.0362	0.139	0.087
1375.00	0.000042	0.0273	0.092	0.065
1340.00	0.000110	0.0110	0.024	0.026
1160.00	0.000012	0.0260	0.003	0.006
1115.00	0.000050	0.0066	0.014	0.015
1060.00	0.000048	0.0066	0.014	0.015
645.810	0.031426	0.3977	13.827	1.500
545.000	0.023417	0.3466	12.890	1.222
418.350	0.008293	0.1857	5.9470	0.534

الجدول (8) يبين تردد الاهتزازات لثاني أكسيد التيتانيوم المشاب بالرصاص بنسبة 0.4 wt% مع قيم الناقلية الضوئية والكثافة الضوئية والقسم الحقيقي والتخيلي لثابت العزل.

TiO ₂ :Pb(x=0.4 wt%)				
$\nu(cm)^{-1}$	$\sigma_{(opt)}(\Omega.cm)^{-1}$	O.D	$\epsilon_i \times 10^{-4}$	ϵ_r
3460.00	0.00243	0.0835	0.405	0.2121
2950.00	0.00123	0.0555	0.251	0.1364
2920.00	0.00144	0.0612	0.296	0.1514
2855.00	0.00107	0.0506	0.225	0.1236
2835.00	0.00095	0.0462	0.201	0.1123
2380.00	0.00031	0.2226	0.078	0.0526
2355.00	0.00028	0.2109	0.071	0.0499
2310.00	0.00032	0.2230	0.083	0.0526
1631.30	0.00014	0.0132	0.053	0.0309
1550.00	0.00005	0.0067	0.021	0.0162
1450.00	0.00018	0.0155	0.076	0.0362
1409.77	0.00028	0.0205	0.119	0.0582
1375.00	0.00023	0.0182	0.099	0.0428
1128.78	0.00005	0.0065	0.027	0.0152
1066.11	0.00009	0.0101	0.052	0.0235
955.000	0.00000	0.0000	0.000	0.0000
658.870	0.03887	0.4683	18.155	1.9413
545.000	0.033608	0.4258	37.000	1.6667
417.270	0.013296	0.2479	19.109	0.7698

بلغت أدنى قيمة للناقلية الضوئية من أجل العينة النقية 0 والمقابلة للعدد الموجي 965cm^{-1} وأما أعلى قيمة لها عند هذه العينة 0.024681 والتي تقابل العدد الموجي 668.38cm^{-1} أما من أجل العينة المشابة فأدنى قيمة لها هي 0 المقابلة للعدد الموجي 235cm^{-1} و 2315cm^{-1} عند العينة ذات نسبة الاشابة 0.1 wt% وأعلى قيمة لها 0.023417 والتي تقابل العدد الموجي 545cm^{-1} ، ونلاحظ تناقص الناقلية الضوئية بازياد نسبة الاشابة بالرصاص عدا العينة ذات نسبة الاشابة 0.4 wt% والتي ازدادت بازيادات نسبة الاشابة بالرصاص.

بلغت أدنى قيمة للكثافة الضوئية من أجل العينة النقية 0 والتي تقابل العدد الموجي 965cm^{-1} أعلى قيمة لها عند هذه العينة 0.05786 والمقابلة للعدد الموجي 668.38cm^{-1} أما من أجل العينة المشابة فأدنى قيمة لها هي 0 والمقابلة للعدد الموجي 965cm^{-1} و 2350cm^{-1} عند نسبي الاشابة 0.4 wt% و 0.1 wt% على الترتيب وأعلى قيمة لها 0.2789 والتي تقابل العدد الموجي 914.41cm^{-1} ونلاحظ أن الكثافة الضوئية ازدادت بازياد نسبة الاشابة بالرصاص .

بلغت أدنى قيمة لثابت العزل التخلي من أجل العينة النقية 0 والمقابلة للعدد الموجي 965cm^{-1} وأما أعلى قيمة لها عند هذه العينة 1.277 والتي تقابل العدد الموجي 668.38cm^{-1} أما من أجل العينة المشابة أدنى قيمة لها هي 0 المقابلة للعدد الموجي 955cm^{-1} و 2350cm^{-1} عند نسبي الاشابة 0.4 wt% و 0.1 wt% على الترتيب وأعلى قيمة لها 1.9413 والتي تقابل العدد الموجي 658.870cm^{-1} ، ولاحظنا تناقص ثابت العزل التخلي بازياد نسبة الاشابة بالرصاص عدا العينة ذات نسبة الاشابة 0.4 wt% فقد ازدادت عند المجال الاهتزازي $[417.270-1128.78\text{cm}^{-1}]$.

ان أدنى قيمة لثابت العزل التخلي عند العينة النقية 0 والمقابلة للعدد الموجي 965cm^{-1} أما أعلى قيمة عند هذه العينة 1.277 والتي تقابل العدد الموجي 668.38cm^{-1} وأما من أجل العينة المشابة فأدنى قيمة لها هي 0 المقابلة للعدد الموجي 955cm^{-1} و 2350cm^{-1} عند نسبي الاشابة 0.4 wt% و 0.1 wt% على الترتيب وأعلى قيمة لها هي 1.9413 والتي تقابل العدد الموجي 658.870cm^{-1} ، ولاحظنا تناقص ثابت العزل ϵ_r بتناقص التردد الاهتزازي للعينة النقية وكذلك من أجل الشوائب المختلفة 0.1 و 0.3 و 0.4 مع التردد الاهتزازي ماعدا القيم الثلاث النهائية لكل شائبة

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

يقدم هذا البحث الخصائص الضوئية لمساحيق TiO_2 المشابة بالرصاص بنسب مختلفة اذ أظهرت نتائج FTIR وجود روابط اهتزازية لمركب TiO_2 و لأكاسيد الرصاص والتي ازدادت الأخيرة بازياد نسبة الاشابة وقد وقعت النفاذية ضمن المجال [40-100%]، و وقعت الامتصاصية ضمن المجال: [0-0.4685] والانعكاسية ضمن المجال: [0-0.8010] ومعامل الامتصاص ضمن المجال $[0-9.164\text{cm}^{-1}]$ ومعامل التخماد وقع ضمن المجال: $[0-0.1433 \cdot 10^{-6}]$ وقرينة الانكسار وقعت ضمن المجال [0-1.3933] أما عمق الاختراق فقد وقع ضمن المجال: $[0.1214-\infty]$ وأما الناقلية الضوئية وقعت ضمن المجال [0-1.9413] بينما الكثافة الضوئية وقعت ضمن المجال:

[0-0.0037] وثابت العزل التخيلي ضمن المجال : [0 - 0.02789] وثابت العزل الحقيقي وقع ضمن المجال:

[0-0.023417] كما انخفضت بازدياد نسبة الاشابة بالرصاص كل من النفاذية ومعامل التخماد وقرينة الانكسار والناقلية الضوئية وثابت العزل العقدي لتزداد مقابل ذلك كل من الكثافة الضوئية، الامتصاصية، الانعكاسية، وعمق الاختراق بازدياد نسبة الاشابة.

التوصيات:

يمكن متابعة هذه الدراسة من حيث تغيير نسب الاشابة أو مادة الاشابة وذلك بغية تحسين المنتجات الالكترونية والصناعية التي لا يمكن الاستغناء عنها في عصرنا الراهن لتحسين أداء الأجهزة التي تعتمد صناعتها على أنصاف النواقل كذلك يمكن دراسة تأثير درجة الحرارة على الخصائص الضوئية لأوكسيد التيتانيوم.

Reference

- [1] G.Tauc, *Amorphous and liquid Semiconductours* , plenum press,London,N.Y,(1974).
- [2] M.G.Yousif, *Solid state physics*, Ministry of higher education printing presses, (1987).
- [3] H.P.Myers, *Introductory to Solid State Physics,(Ch 13),Taylar and Frands,(1990).*
- [4] katarzyna Zakrzewska, Marta Radecka ,*Effect of Nb, Cr, Sn, Additions on sensing Properties of Tio₂ thin films*, thin solid films 310,(1997).
- [5] M.S.Dressethaus,*Optical properties Solids,Part II*, (1998).
- [6] A. Diana Mardare,M. Tasca B, M.Delibas A, G.I.Rusu,*On the structural Properties and Optical Transmittance of Tio₂ r.f Sputtered Thin Films* , *Applied Surfance Scince* 156,(2000).
- [7] Zhongchun Wang,Ulf Helmersson,Per-Olov Kall,*Optical properties of Anatse TiO₂ thin Films Prepared by Aqueous sol-gel process at Low Temperature*, *Thin Solid Films* 405,(2002).
- [8] Chen G, Yaling Li, Wang Y, Yun G, Cao D,*preparation and characterization of zinc sulfide nanoparticles under high-gravity environment*. *Mat-Res,bull,(2004)39(2)*, DOI;1016/j materresbull,(2003).10.017.
- [9] PERTTI KOUKKARI et al, *IV.9 , Modlleing TiO₂ Production by explicit use of reaction kinetics*,Woodhead publishing Series in metals and Surface Engineering, pages [437- 466],(2008).
- [10] A. Jiji,N. Joseph, Donald RB, Daniel M, Amit S, You Qiang,*size-Dependent specific surface Area of Nanoporous Film Assembled by core-shell Iron Nanoclusters*, *J. Nanomater* ,(2006), (2006)54961, 1.4. DOI:10.1155/JNM(2006)54961.
- [11] Jo .Yong P,Yun .Jo L, Ki.Won J, Jin.Ook Bg, Dae JY,*Chemical Synthesis and Charcterization of Highly Oil Dispersed MgO nanopartiecles*, *J.Ind.Eng.Chem,(2006).Vol.12(6):882-887.*
- [12] Yu.Chao Tang, *Nitogen-Dopel Tio₂ Photocatalyst prepared by Mechanochemical Method:Doping Mechanisms and visible photoactivity of pollutant Degradation*, Hindawi publishing Corporation International jornal of photoenergy Vol. **20**,Articale ID 960726 ,page 10,2012.

- [13] Mhan Singh Mehata et al, *phase-dependent optical and photocatalytic performance of synthesized titanium dioxide TiO_2 nanopartieles*, Sptemper 2019, 163011.
- [14] A.Gaina ,Zencovest et al ,*Heat-resistant TiO_2 nanocompsites with anatase phase as carriers for highy efficient CO oxidation cataysts*, Materials research Bulletin , January(2022).
- [15] I. Oshina, J. Spigulis, *Beer–Lambert law for optical tissue diagnostics: current state of the art and the main limitations*, Journal of biomedical optics 26 (2021) 100901-100901
- [16]- S .ALJawad, A. K Elttayf, A. Sabr, *The effect of annealing temperature on structural & optical properties of nanocrystalline SnO2 thin films prepared by sol-gel technique*, Engineering
- [17] M. Mansour ,*Studying the structural and optical properties of ZnO:Cu thin films by APCVD method . vol. 5.*
- [18] A.Zaid ,*Studying the structural and optical properties of NiO thin films*, Dyala university Iraq, 2012.
- [19] H.Qader, *Structure rietveld refinement study of BaCo xTi xFe 12-2xO19 frrite using powder XRD Analysis*, Ibn AL-Haisam Jour, for pure & Appl,Sci. Vol .27(2),pp[70-77].
- [20] Agatino Di Paola et al, *Brookite the least Known TiO_2 photocatalyst* , Cataiysts ISSN 2073-4344,2013.
- [21] Fouzia ,et ol,*Optical properties of lead doped Titanium Oxide of thin films prepared by sol-gel method at low temperature*, Universal Journal of materials science ,pages [25-33],2019.