جامعة قاصدي مرباح ورقلة

كلية الرياضيات وعلوم المادة

قسم الفيزياء



مذكرة

ماستر أكاديمي

مجال:علوم المادة

فرع:فيزياء

تخصص:فيزياء الإشعاعات

من إعداد الطالبة: بن الضب فضيلة وحجاج رميساء

بعنوان:

دراسة مقارنة بين زمن الترسيب وتركيز المحاليل على الخواص البصرية لأغشية رقيقة لأكسيد الكوبالت بواسطة رذاذ الانحلال الحراري

نوقشت يوم:**/**/2019

نوقشت بتاريخ:

2021/06/ 17

أمام أعضاء لجنة المناقشة المكونة من:

أستاذ محاضر(أ) جامعة ورقلة رئيس اللجنة

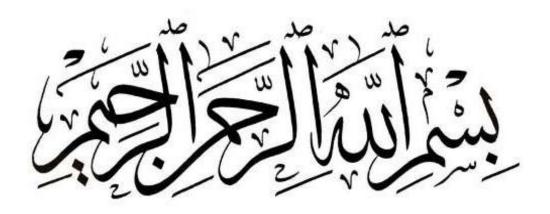
بن مبروك لزهر أستاذ محاضر (أ) جامعة ورقلة مناقش

تلیلی صالح

عاشوري عبد الرحيم أستاذمحاضر (أ) جامعة ورقلة مشرفا

بن حميدة سفيان أستاذ محاضر (أ) جامعة ورقلة مساعد مشرفا

الموسم الجامعي:2021/2020



﴿رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْت عَلَيّ وَوَعَلَى وَالِدَيّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاه و وَأَدْخِلْنِي بِرَحْمَتِكَ فِي عِبَادِكَ الصَّالِحِينَ﴾



سورة النمل الآية: 19



إلى ملاكي في الحياة، إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان إلى بسمة الحياة وسر الوجود إلى من كان دعائها سر نجاحي ،وحنانها بلسم جراحي إلى أغلى الحبايب أمي الحبيبة :فاطنة بن الضب

إلى من كللَّه الله بالهيبة إلى من رباني على فطرة الإسلام وشجعني على مواصلة الدرب إلى من علمني العطاء بدون انتظار إلى من الله النبط أن يمد عمرك وستبقي كلماتك نجوم اهتدي بحا اليوم وفي الغد وإلى الأبد أخي العزيز معمر بن الله أن يمد عمرك وستبقي كلماتك نجوم اهتدي بحا اليوم وفي الغد وإلى الأبد أخي العزيز معمر بن الله المناسبة المنا

إلى من رافقوني منذ حملنا حقائب صغيرة ومعهم سرت الدرب خطوة بخطوة وما زالو يرافقونني حتى الآن، إلى شموع تنير ظلمة حياتي إخوتي وأخواتي

بوضياف- بلخير- زهية - نجيبة - خالدية

إلى من كانو أم وأب لي طوال حياتي، أرجو من الله سبحانه وتعالى أن يمنحكما الصحة والسعادة والعمر المديد، أختيجميلة وزوجها الحاج بن الضب

وإلى أخواتي اللواتي لم تلدهن أمي إلى من تحلّو بالإخاء وتميزوا بالوفاء والعطاء إلى من معهم سعدت حياة -سهيلة -كوثر. روميسة إلى من حزنت قلوبنا بوفاته وبكت أعييننا لفراقه ولازالت أرواحنا تشتاق له ، ولكننا رضينا بقدر الخالق وستظل ألسنتنا تمتف بالدعاء له , عمي عسّاك في جنات الفردوس مرتاح

إلى كل عائلتي الصغار والكبار بإسمهم

بن الضب فضيلة





الإهداء

أهدي ثمرة جهدي هذا إلى من لوجاز السجود لغير الله لسجدت لها ،إلى أول من رأت عيني ونطق لساني ونبع حناني التي أسعى لرضاها وأطمع في دعائها إلى من جنتي تحت قدميها أمي الحنونة الغالية حفظها الله

إلى من فطرين المولى على حبه والإحسان إليه إلى كل من ساهم في تربيتي وسعى جاهدا من أجل أن أكون في أعلى وأفضل المراتب ،إلى الذي كان وراء كل خطوة خطوتها في طريق العلم .أبي الحبيب الغالي رعاها لله

إلى من تقاسمت معهم الحياة أخوتي كل بإسمه وإلى أختي الغالية رحاب وخالتي العزيزة وإلى اختي التي لم تنجبها أمي حجيري أحلام وكل بنات خالتي كل بإسمه

وإلى كل الزملاء والأصدقاء حمودي نور الهدى ،بن الضب فضيله ،برقوق سعديه وإلى كل أساتذة كلية الرياضيات وعلوم المادة وبالأخص أساتذة قسم الفيزياء

حجاج رميسة





شكر وعرفان

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على معلم البشرية وهادي الإنسانية وعلى آله وصحبة أجمعين كل الشكر موصول أولا لله تعالى على فضله في التسهيل بإنجاز هذا العمل, فله الحمد أولا و آخرا.

يسعدني أن أهدي شكري وامتناني إلى عمادة الكلية في جامعة ورقلة ورئاسة قسم الفيزياء لمنحنا هذه الفرصة العلمية . وكل الشكر والتقدير الذي أعجز عن ترجمته أهديه للأستاذين الفاضلين الأستاذ عاشوري عبد الرحيم , والأستاذ بن حميدة سفيان لاقترحهما موضوع البحث فقد كانا كالنور الساطع والشعاع اللامع الذي أنار دربنا بالعلم والمعرفة ولما قدماه لنا من جهود كبيرة وتوجيهات قيمة ومتابعة مستمرة طوال مدة البحث. والشكر والامتنان نهديه لطالبة الدكتورة برقوق سعدية في قسم الفيزياء لما قدمته لنا من يد العون في إتمام البحث . ولزملائنا في كلية الرياضيات وعلوم المادة قدرا من الشكر لوقوفهم معنا وتشجيعنا على إكمال مابدأنا به.



قائمة المحتويات

الصفحة	العنوان
IV	الإهداء
VI	شكر وعرفان
VII	قائمة المحتويات
XI	قائمة الجداول
XI	قائمة الأشكال
1	مقدمة
	الفصل الأول: أكسيد الكوبالت
5	تمهيد
5	1-الاكاسيد المعدنية
5	2-أكسيد الكوبالت
5	1-2-الكوبالت
5	2-2- مكان تواجد الكوبالت فيالجدول الدوري
7	2-3-البنية البلورية للكوبالت
8	2-4- تواجد الكوبالت في الطبيعة
8	3-كيفية تشكل أكسيد الكوبالت
8	3-1-الأشكال البلورية للأكسيد الكوبالت
8	3-1-1-البنية البلورية لأكسيد الكوبالت
8	CoO-i-1-1-3
9	$C_2 O_3$ نوع هیکل -2-1-3
9	${\it Co_3O_4}$ نوع أكسيد الكوبالت ${\it Co_3O_4}$
11	4-الخصائص الفيزيائية و الكيميائية
12	4-1-الخصائص الفيزيائية والكيميائية للكوبالت
12	2-4-الخصائص الكيميائية والفيزيائية للأكسيد الكوبالت
12	2-4- الخصائص الكيميائية
12	2-2-4 لخصائص الفيزيائية
12	5- الخصائص الضوئية للأكسيد الكوبالت
13	6- خصائص المغناطسية لأكسيد الكوبالت

13	7-الخصائص الكهربائية لأكسيد الكوبالت
13	8-تطعيم الأكسيد المعدنية
14	n عليم من نوع-1–8
14	2-8 تطعیم من نوع p
15	9-تطبيقات اكسيد الكوبالت
15	9-1- الخلايا السمشية
15	9-2-التحفيز الضوئي
15	9-3-بطريات الليثيوم
15	9-4-علاج السرطان
16	9-5-حساسات الغاز
16	10- الدراسات التي أجريت على أكسيد الكوبالت
18	11-الدراسات التي أجريت على أكسيد الكوبالت المطعم
19	الخاتمة الفصل الأول
	الفصل الثاني : طرق ترسيب ومعاينة الأغشية الرقيقة
26	تمهيد
26	1- مفهوم الأغشية الرقيقة
26	1-1-مبدأ ترسيب الأغشية الرقيقة
26	2-1 آلية نمو الأغشية الرقيقة
27	1-3-مراحل نمو الأغشية الرقيقة
28	2- طرق ترسيب الأغشية الرقيقة
29	2-1-الطرق الفيزيائية
29	2-1-1 الترسيب الفيزيائي للطور الحراري
29	2-1-2 التبخير تحت الفراغ
30	2-1-2-الرش المهبطي
30	2-1-4 الاقتلاع والترسيب بأشعة
30	2-2-الرش بالموجات فوق الصوتية
31	2-2- الطرق الكيميائية
31	2-3-2 ترسيب البخار الكيميائي (cvd)
31	2-3-2 تقنية الانحلال الكيميائي الحراري
33	3- طرق المعاينة
33	3-1- الخصائص البنيوية
33	-3-1-1 انعراج الاشعة السينية

-1-2- مبدأ انعراج الأشعة السينية	33
3-1-3 جهاز انعراج الأشعة السينية	34
1 - 4 المعلومات التركيبية	35
1 - 4 - 1 - ثابت الشبكة	35
2-4-1 الحجم الحبيبي	35
٠- الخصائص الضوئية	35
·-1 تحديد معامل الامتصاص	35
-2- تحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية-المرئية	36
-3- النفاذية	37
4-4 طاقة اورباخ	37
·-5- تحديد عرض الفاصل الطاقي	37
-6-الأنعكاسية	38
4-7- الامتصاصية	38
نعاتمة الفصل الثاني	39
(1): -:	40
اىمة المراجع	10
المه المراجع الفصل الثالث: نحضير العينات ، تحليل النتائج ومناقشتها	
	45
الفصل الثالث: نحضير العينات ،تحليل النتائج ومناقشتها	
الفصل الثالث: نحضير العينات ، تحليل النتائج ومناقشتها	45
الفصل الثالث: نحضير العينات ، تحليل النتائج ومناقشتها التمهيد 2-منظومة الرذاذ الانحلال الحراري	45 45
الفصل الثالث: نحضير العينات ، تحليل النتائج ومناقشتها التمهيد التمهيد - منظومة الرذاذ الانحلال الحراري - 2-وظيفة العناصر الرئسية لتركيب التجريبي	45 45 45
الفصل الثالث: نحضير العينات ، تحليل النتائج ومناقشتها التمهيد التمهيد المنطومة الرذاذ الانحلال الحراري 2-منظومة العناصر الرئسية لتركيب التجريبي 2-3-ترسيب الأغشية الرقيقة بتقنية رذاذ الانحلال الحراري	45 45 45 46
الفصل الثالث: نحضير العينات ، تحليل النتائج ومناقشتها التمهيد التمهيد الانحلال الحراري ومنظومة الرذاذ الانحلال الحراري وطيفة العناصر الرئسية لتركيب التجريبي و حرسيب الأغشية الرقيقة بتقنية رذاذ الانحلال الحراري و حضير الاغشية الرقيقة	45 45 45 46 46
الفصل الثالث: نحضير العينات ، تحليل النتائج ومناقشتها التمهيد التمهيد المخلال الحراري منظومة الرذاذ الانحلال الحراري 2-2-وظيفة العناصر الرئسية لتركيب التجريبي 2-3-ترسيب الأغشية الرقيقة بتقنية رذاذ الانحلال الحراري 3-قضير الاغشية الرقيقة كالمنتعملة في تحضير محلول اكسيد الكوبالت 1-المواد الكيميائية المستعملة في تحضير محلول اكسيد الكوبالت	45 45 45 46 46 47

48	3-3-تحضير محلول اكسيد الكوبالت النقي
48	3-3-1 الشروط التجريبي لتحضير غشاء رقيق من اكسيد الكوبالت النقي
49	4-3-ترسيب أغشية أكسيد الكوبالت بتقنية رذاذ الإنحلال الحراري
49	4-طرق معاينة الأغشية الرقيقة
49	5-تحليل النتائج ومناقشتهاا
49	1-5حساب سمك الأغشية
50	2-5 الخصائص الضوئية
50	2-5-طيف النفاذية الضوئية
51	2-2-5 معامل الامتصاص
51	3-2-5فجوة الطاقة الممنوعة
52	2-5-طاقة اورباخ
53	5-2-5 معامل الانكسار
53	5-2-6-معامل الخمود
55	خاتمة الفصل الثالث
56	قاىمة المراجع الفصل الثالث
58	الخلاصة العامة
59	ملخص

قائمة الجداول

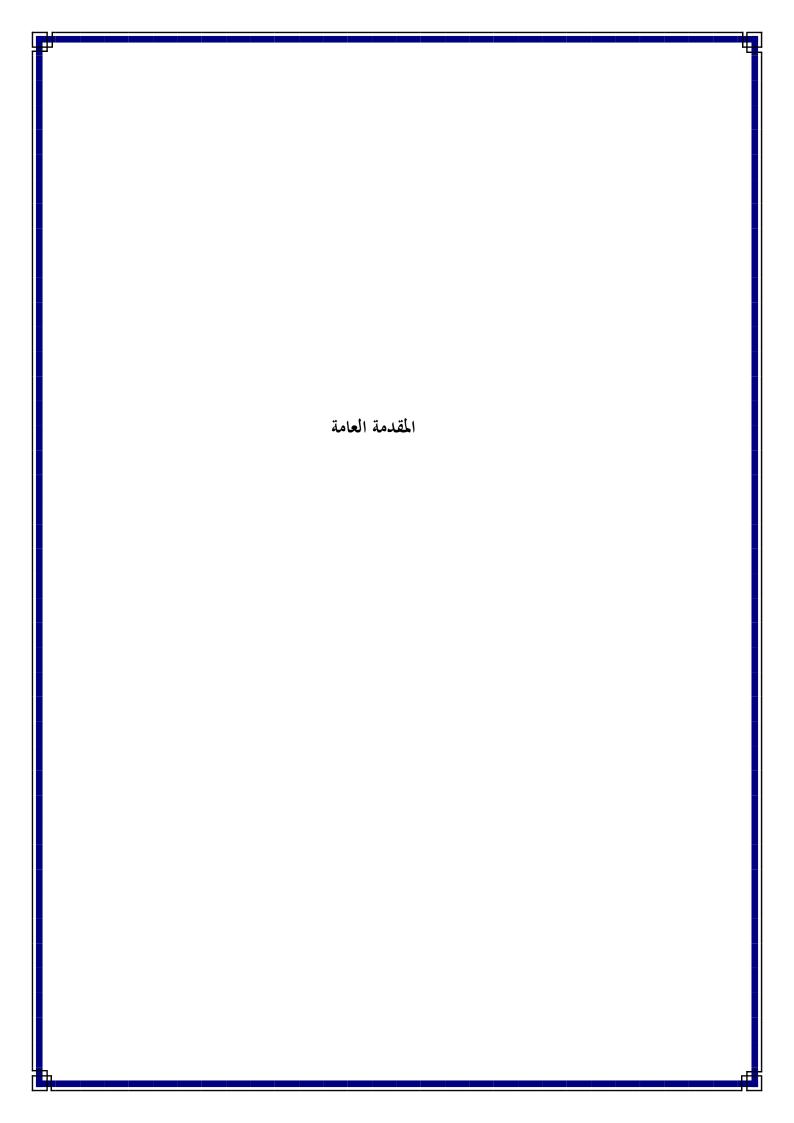
الصفحة	العنوان	
	الفصل الاول	
4	النظائر الرئسية للكوبالت	01
5	معلمات الشبكة الهيكل البلوري للهيكل العنصر Co	02
7	يلخص الخصائص الرئسية لأكسيد الكوبالت	03
8	الخصائص الفيزيائية والكيميائية للكوبالت Co	04
	الفصل الثالث	
41	يوضح المواد الكيميائية المستعملة في تحضيرمحلول أكسيد الكوبالت	1
44	قيم كامن سمك العينة النفاذية فجوة الطاقة الممنوعة طاقة,طاقة أورباخ ,معامل	2
	الانكسار ومعامل الخمود للأغشية أكسيد الكوبالت النقي والمحضر عند الشروط	
	T=20min, $C=0.2mol$; $T=5mi$) التجريبية	
	(0.1mol	

قائمة الأشكال

الصفحة	العنوان		
	الفصل الاول		
4	موضع الكوبالت في الجدول الدوري	01	
4	إلتهاب الحمر (a) سكوتروديت من بوأززر (المغرب) و(b,) كارولايت من كامبوف	02	
	(جمهورية الكونغو الديمقراطية)		
5	البنية البلورية للكوبالت (a) هيكل سداسي مضغوط (b)على اليسار متمركزة على	3	
	الوجه على اليمين		
6	خلية CoO حيث تكون ذرات Co و C مكعبة متمركزة على الوجه cfc	04	
6	$C_3 O_4$ خلية الوحدة	05	
9	تغيرات الامتصاص بدلالة ٨	06	
11	تمثيل تخطيطي للبنية عصابة الطاقة في الحالة النقية a والمطعمية b	07	
12	الهيكل الأساسي للخلية الشمسية	08	
13	مبدأ عمل حساسات الغاز متمركزة على الوجه cfc	09	

	الفصل الثاني		
23	رسم تخطيطي يوضح مرحلة توضع الذرات للطبقات الرقيقة ,(أ) تدفق الذرات على	1	
	الركيزة, (ب) تشكل الذرات على الركيزة		
23	مخطط يوضح مرحلة مرحلة الالتحام بين النوى	2	
24	رسم تخطيطي يوضح مرحلة نمو الطبقات الرقيقة . (أ)الخطوة الأخيرة لللتحام (ب)	3	
	نمو الطبقة الرقيقة		
24	رسم تخطيطي لتقنية التبخير في الفراغ	4	
25	رسم تخطيطي لتقنية الرش المهبطي	5	
26	رسم تخطيطي يوضح عملية الترسيب بتقنية الاقتلاع بالليزر	6	
26	رسم تخطيطي يوضح عملية ترسيب بتقنية الرش بالموجات فوق الصوتية	7	
27	رسم يوضح ترسيب الأغشية الرقيقة بطريقة البخار الكيميائي	8	
28	رسم تخطيطي يوضح عملية ترسيب بوسطة الرش بالإنحلال	9	
29	مخطط يوضح التقنيات المختلفة لترسيب الأغشية الرقيقة	10	
31	جهاز انعراج الأشعة السينية(DRX)	11	
31	مخطط توضيحي لجهاز انعراج الاشعة السينية	12	
31	يوضح تمثيل تخطيطي لتحليل الطيفي في المجال فوق البنفسجي والمرئي	13	
32	جهاز التحليل الطيفي		
	الفصل الثالث		
40	منظومة الرش الكيميائي الحراري		
42	الركائز الزجاجية المستخدمة	2	
45	طيف النفاذية الضوئية الفوتون للأغشية أكسيد الكوبالت النقي والمحضر عند	3	
	(C=)الشروط التجريبية $(T=0.1mol; T=20mol)$ و		
	(0.2mol; T = 5min		
46	منحني تغيرات معامل الامتصاص كدالة لطلقة الفوتون للأغشية أكسيد الكوبالت	4	
	$T=$ النقي والمحضر في الشروط التجريبية $(\mathrm{C}=0.2mol;T=5mi)$ و		
	(20min, C = 0.1mol)		
47	منحنى تغيرات $(\propto hv)^2$ كدالة لطاقة الفوتون للأغشية أكسيد الكوبالت النقي	5	
	T=والمحضر عند الشروط التجريبية ($C=0.2mol; T=5mi$)و		
	(20min, C = 0.1mol		
47	منحني تغيرات ما كدالة اطاقة الفوتون للأغشية أكسيد الكوبالت النقي والمحضر	6	
	$T=$ ور $\mathrm{C}=0.2mol; T=5mi)$ عند الشروط التجريبية		
	(20min, C = 0.1mol)		

48	منحني تغيرات قرينة الأنكسار كدالة لطول موجة الفوتون للأغشية أكسيد الكوبالت	7
	$T=0$ النقي المحضر عند الشروط التجريبية ($\mathrm{C}=0.2mol; T=5mi$)و	
	(20min, C = 0.1mol)	
49	منحني تغيرات معامل الخمود كدالة لطول موجة الفوتون للأغشية أكسيد الكوبالت	8
	T=0النقي المحضر في الشروط التجريبية ($C=0.2mol; T=5mi$)و	
	(20min, C = 0.1mol)	



المقدمة العامة

اثارت دراسة الأغشية الرقيقة اهتمام العديد من الفيزيائيين منذ اكثر من قرن ونصف تقريبا ابتداء من عام (1838) إذ تم الحصول على أول غشاء صلب رقيق بطريقة التحليل الكهربائي (Electrolysis) , وفي عام (1852) قام الباحثان بنزن وكروف (Bunsen and Grove) بتحضير أغشية معدنية رقيقة باستخدام تقنية التفاعل الكيميائي (Reaction) وتقنية الترذيذ بالتفريغ ألتوهجي (discharge sputtering Glow) حتى عام (1857) عندما تمكن العالم فارداي من الحصول على غشاء معدني رقيق باستخدام طريقة التبخير الحراري (Thermal evaporation) وذلك بإمرار تيار كهربائي في سلك معدني وتسخينه إلى درجة انصهاره ثم تبخره . وفي عام (1876) قام (Adams) بتحضير أغشية رقيقة ملاصقة لطبقة البلاتينيوم ودراسة خواصها الضوئية، والكهربائية، وطورت تقنيات تحضير الأغشية الرقيقة على مر السنين للحصول على أغشية ذات موصفات جيدة حيث تكون ملائمة لاستخدامها في التطبيقات العملية [1].

تلعب تقنية الأغشية الرقيقة دوراكبيرا وفاعلا في دراسة المواد ومنها أشباه الموصلات والتعرف على خواصها الفيزيائية والكيميائية وتطويرها, فمنذ اوائل القرن التاسع عشر بدأ الاهتمام بدراسة المواد شبه الموصلة والتعرف على خصائصها ومدى الاستفادة منها عمليا نتيجة لتواجد هذه المواد في الطبيعة وسهولة توفرها, وامتلاكها خصائص مهمة إذ ان حساسية شبه الموصل للحرارة والضوء والمجال المغناطيسي وتأثره بوجود كميات صغيرة من الشوائب جعلت منه مادة بالغة الأهمية خاصة في التطبيقات الالكترونية [2], ففي عام (1886) استخدم عنصر السيلينيوم (Se) كمقوم قدرة واطئة في شاحنات للتيارات المتناوبة ذات التردد الواطئ, وفي العام (1927) استخدم اوكسيد النحاس (CuO) كمقوم قدرة واطئة في شاحنات البطاريات [3], اما في العام (1946) فقد تم اكتشاف الدايود (Diode) والثنائيات الضوئية (Photodiode), والترانزستور (Circuit.IC Integrated), والدوائر المتكاملة (Circuit.IC Integrated), وتم في عام (1954) تصنيع اول خلية شمسية من السيلكون وبكفاءة مقبولة [4]. كما استخدمت اشباه الموصلات في تقنية إنتاج الليزر وكان اول ليزر شبه موصل من (GaAs) انتج في العام (1962) وبحرور الوقت اصبحت لليزر اشباه الموصلات الأكثر اهمية وتطورا في المجال [5].

تعد طبيعة المواد المرسبة بشكل أغشية رقيقة وسيلة مهمة لمعرفة العديد من الخصائص التي يصعب الحصول عليها والتي تختلف عن خصائص المواد المكونة لها وهي في حالتها الحجمية (Bulk) وامكانية دراستها، فحقيقة سمكها المتناهي في الصغر، وكبر نسبة (السطح إلى الحجم) منحتها تركيبا فيزيائيا فريدا [6]، جعل منها التقنية الاكثر شيوعا في العديد من التطبيقاتكالخلايا الشمسية (solar cell)، والترانزستورات (Transistors)، الكواشف (Detectors)، المضخات التنائيات (Diodes)، الخلايا الضوئية واجهزة التحسس (Sensors).

تعد تقنية الرش بالانحلال الحراري (Spray nebulizer) من أفضل الطرق الكيميائية المستخدمة في تحضير أغشية رقيقة ذات مواصفات جيدة من ناحية تجانس الطبقة المتحصل عليها وبالتصاقيه جيدة مع المساند (Substrats)، كما تمكننا هذه الطريقة من بالتحكم في ترسيب أغشية رقيقة من مختلف المواد وبمساحات واسعة مقارنة مع تقنيات الترسيب الأخرى.

يعتبر أكسيد الكوبالت من أهم المركبات التي تنتمي إلى عائلة الأكاسيد الشفافة الناقلة والتي تمتاز بنفاذية عالية في منطقة الطيف المرئي وناقلية كهربائية في نفس الوقت. يعد هذا المركب أكثر الأكاسيد ثباتًا ويمتلك ناقلية كهربائية من النوع p، كما يتميز بخصائص كهربائية ، مغناطيسية جد مهمة تجعل منه مناسبًا للتطبيقات في مستشعرات الغاز ، النوافذ الذكية ، أجهزة تخزين الطاقة ، المكثفات الفائقة ، والأجهزة الكهروضوئية .

الهدف من هذا العمل هو تحضير شرائح الرقيقة من أكسيد الكوبالت باستعمال تقنية الرش بالانحلال الحراري، حيث سنقوم بدراسة مقارنة بين زمن الترسيب وتركيز المحاليل وتأثيرها على الخواص البصرية لهذه الأغشية. ينقسم هذا العمل الى ثلاثة فصول:

♦ الفصل الأول:

ويحمل عنوان "عموميات حول مركب أكسيد الكوبالت" حيث سنتطرق فيه إلى دراسة أهم الخواص الفيزيائية والكيميائية لأكسيد الكوبالت ومختلف تطبيقاته وفي الأخير سنتناول لأهم الدراسات البحثية التي أجريت حول هذا المركب.

💠 الفصل الثاني:

ويحمل عنوان "تقنيات وطرق ترسيب ومعاينة الأغشية الرقيقة" أين سنتناول فيه مبدأ ترسيب الأغشية الرقيقة وآليات نموها، كما سنتطرق إلى مختلف الطرق والتقنيات الفيزيائية الكيميائية المعتمدة في ترسيب الأغشية الرقيقة، وسنركز في هذا الفصل على تقنية الترسيب بواسطة رذاذ الانحلال الحراريوهي التقنية التي سنستعملها في ترسيب مركب أكسيد الكوبالت. في الجزء الأخير من هذا الفصل سنتناول بعض طرق والتقنيات المستعملة لمعاينة الأغشية الرقيقة وهذا بهدف تحديد مختلف الخواص الفيزيائية نذكر منها الخواص: الخواص البنيوية، البصرية، الكهربائية، والخواص المورفولوجية إلخ.

الفصل الثالث:

حيث سنتناول فيه العمل التجريبي ويضم خطوات ترسيب أغشية رقيقة من مركب أكسيد الكوبالت بواسطة تقنية الرش بالانحلال الحراري لتأتي بعدها عملية المعاينة أين حيث سنعرض أهم النتائج المتحصلحيث سنركز على دراسة الخواص البصرية وهي حساب سمك الأغشية المتحصل عليها، تحديد كل من نسبة الشفافية عند الطيف المرئي، حساب كل من معامل الامتصاص، فجوة الطاقة الممنوعة، طاقة أورباخ، معامل الانكسار ومعامل الخمود.

وفي الأخير ننهى هذا العمل بخاتمة عامة تلخص أهم النتائج المتحصل عليها وكذا الآفاق المستقبلية للبحث في هذا المجال.

قائمة المراجع:

- [1]K.L.Chopra, "Thin Film Phenomena", New York Mc Graw –Hill Inc., (1969).
- [2] S.M.Sze,K. K. Ng" Phsics of Semiconductor Devis", 3^{nd} Edition,John Wiley & Sons Inc ,New Jersey ,(2007).
- [3] K. Seeqer, "Semiconductors Physics", Weni, New York, (1978).
- [4] R.A.Smith, "Semiconductors" 2nd Ed, Cambridge University, Press, (1987).
- [5]E. Kapon, "Semiconductor Lasers I", Academic Press, New York, (1999).
- [6] K. N. Tu, R.rosenberg, "Preparation And Properties of Thin Films", Academic Press, New York, (1982).
- [7] Y. Zhang, "Electronic Transport Propertise of Semiconductor Nanostructures", Ph. D. Thesis, Physics, Stony Brook University, (2011).
- [8] S. Zhuiykov, "Electrochemistry of Zirconia Gas Sensors ",CRC Press Taylor & Francis Group, New York (2007).
- [9] K. Seshan,"Hand book of Thin-Film deposition processes and Technique"2nd Edition, Noyes Publications, New York (2007).
- [10] L.Eckertova, "Physics of Thin Film" Plenum Press, New york (1977).



اتھيد:

سنتناول في هذا الفصل على عموميات حول أكسيد الكوبالت طرق تشكل هذا المركب، الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهكما سنتناول بعض الدراسات البحثية الأخير من هذا الفصل سنتناول بعض الدراسات البحثية التي اجريت حول ترسيب أكسيد الكوبالت النقى والمطعم.

1-الأكاسيد المعدنية:

الأكاسيد المعدنية هي مركبات شائعة ومنتشرة بكثرة في الطبيعة ويمكن تصنيعها بسهولة في المختبر وتصنف هذه المركبات إلى عوازل وأشباه نواقل ونواقل وذلك حسب تنوع وتعدد توزيع الإلكترونات في بنيتها[1]. وإن الأكاسيد المعدنية تكون نصف ناقلة وتملك فاصل طاقي عريض ويمكن أن يرمز لها بالرمز MO حيث تمثل M الذرة المعدنية وO ذرة الأكسجين[2] ولهذه المركبات أهمية بالغة منذ اكتشافها بسبب خصائصها الأساسية والتطبيقات التكنولوجية الهامة فقد كانت تستخدم قديما في وضع الفخاريات الخزفية وبظهوروتطور تقنية النانو تطورت وتعددت معها الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية فزادت الحاجة إليها فهي تستخدم في الصناعات كصنع الدوائر الإلكترونية الدقيقة وبطاريات اللثيوم وأنظمة البصريات غير الخطية والترنزستورات والثنائيات الباعثة للضوء وأجهزة الإستشعار وفي الطاقة الشمسيةإلخ. كما تعتمد في علاج السرطان ومضادات للجراثيم والميكروبات وتستخدم كمحفزات ومكافحة التلوث وكواشف للغازات وغيرها من الاستخدامات الكثيرة الهامة والمتنوعة [4.3]

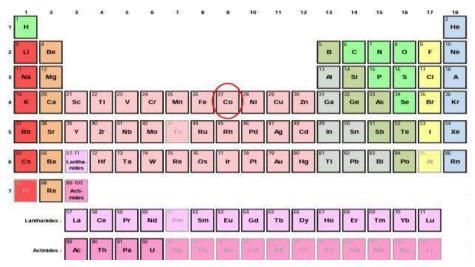
2- أكسيد الكوبالت:

-1 - 2

هي كلمة مشتقة من كلمة كوبولد الألمانية التي تشير إلى مخلوق أسطوري لإبن عم الفولكور الجرماني العفاريت ثم استخدام هذا المصطلح من عامل المناجم (ساكسوينا) حيث يعتبر هذا المعدن هو أصل اللون الأزرق الذي تم الحصول عليه من خلال تلوين الزجاج بالركائز في حيث أن هذه الصبغة كانت تنسب سابقا إلى الزموت أو الزرنيخ [5]، ثم استخدام مركباته لإكساب الزجاج والسيراميك اللون الأزرق وتشير الدراسات التاريخية إلى أن الفراعنة استخدموا هذه المركبات في التماثيل التي صنعوها كما استعملها الفرس لصناعة المجوهرات وكذلك الصينيون وغيرهم . في عام 1773 اكتشف الكيميائي السويدي جورج براند معدن الكوبالت 1735 تم الإعلان عن الكوبالت ليكون عنصرا بواسطة جورج برانت حوالي 1739 كان يحام 1739 كان بسبب عنصر جديد وهو الكوبالت وليس البزموت الذي هو عنصر غالبا ما يقع في نفس مواقع الكوبالت[6].

2- 2-مكان تواجد الكوبالت في الجدول الدوري:

الكوبالت برمزه الكيميائي Co في الجدول الدوري رقمه 27 وكتلته الذرية 58.93 وهو معدن انتقالي قريب من الحديد والنيكل إنه عنصر نادر في قشرة الأرضية (25-29 جزء في المليون حسب المؤلفين 25 إلى g/t29) وهو معدن فضي رمادي يقع في العمود9 وفوق الروديوم (Rh) والإيريديوم (Ir) في شكله الأولي الذي تم الحصول عليه فقط بعد التكرير [5] . كما هو في الشكل (I-1).

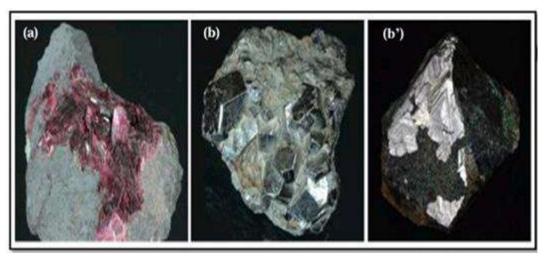


الشكل(I-1): موضع الكوبالت في الجدول الدوري[5]

يعتوي الكوبالت على نظير طبيعي واحد مستقر Co^{59} ، ولكن تم تصنيع 22 من النظائر المشعة الاصطناعية يسرد الجدول (I-1) أدناه نظائرالكوبالت ، هذه النظائر التي لها عمر نصف لا يقل عن عدة أيام نظائر الكوبالت الأخرى من صنع الإنسان غير مستقرة للغاية، مع عمر نصف يبلغ بضع ساعات على الأكثر كثيرا ما يستخدم النظير المشع Co^{60} كمصدر لأشعة قاما على سبيل المثال في المجال الطبي (العلاج الإشعاعي) أو لتعقيم الطعام [5].

الجدول (I-1): النظائر الرئيسية للكوبالت

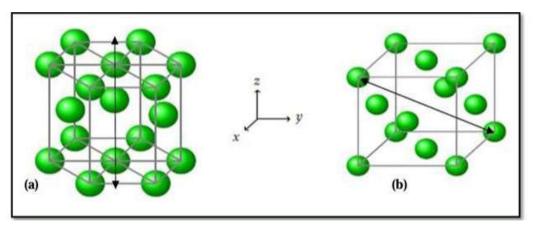
النظائر	وفرة الطبيعة الإصطناعية	نصف العمر المشع
⁵⁶ CO	إصطناعي	77,27j
⁵⁷ CO	إصطناعي	271,79j
⁵⁸ CO	إصطناعي	70.86j
⁵⁹ CO	100%	مستقره
⁶⁰ CO	إصطناعي	5,2714ans



الشكل (I-2): إلتهاب الحمر (a) سكو ترو ديت من بوأززر (المغرب) و ((b,b') كارو لايت من كامبوف (جمهورية الكونغو الديمقراطية)

2-3-البنية البلورية للكوبالت:

الكوبالت يمكن أن يتبلور الكوبالتشبكة في هيكل سداسي مضغوط أو مكعب (سداسية الوجه شبكة مكعبة) أو متمركزعلى الوجه كما هو مبين في الشكل (I-3) [9].



الشكل (I-3):البنية البلورية للكوبالت (a) هيكل سداسي مضغوط (b) متمركزعلي الوجه على اليمين [9]

الجدول(I-2): معاملات الشبكة لعنصرر Co

العنصر	الهيكل	a(A)	c(A)	c/a
كوبالت	Cfc	3,55		
	Нср	2,51	4,07	1,62

2-4-تواجد الكوبالت في الطبيعة:

يكون الكوبالت 0,00023 وزنا من القشرة الأرضية ويأتي ترتيبه الثلاثين بسعة الانتشار يتواجد الكوبالت في الطبيعة بشكل مركبات من الكبريت والزرنيخ والأنتموان صيغها CoAsS الكوبلتيت وCoAs2 السمالتيت. المخزون الكلى للكوبالت في قشرة الأرض قليل نسبيا ويظهر الكوبالت في خامات النيكل وغيره من الغازات يوجد

الكوبالت في أحجار النيازك وتتمتع كندا بمخزون كبير من خامات الزرنيخ الذي يحوي الكوبالت والنيكل والحديد ويقع هذا المخزون في أونتاريوكما يوجد الكوبالت في فلندا وأدربيجان وكازاخستان وروسيا وأدربيجان وكازاخستان وروسيا والكونغو الديمقراطية وزامبيا أما الولاية المتحدة ففيها مخزون متواضع من الكوبالت [10].

3- كيفية تشكيل أكسيد الكوبالت:

أحادي أكسيد الكوبالت هو المنتج المائي الذي يتكون من تكلس مركبات أو أكاسيدالكوبالت إلى درجة حرارة عالية بما فيه الكفاية 1173 كالفن ، من الصعب الحصول على CoO النقي لأنه يمتص الأكسجين بسهولة في درجة حرارة الغرفة ليعود إلى أكسيد أعلى. يمكن أن يتشكل أكسيد الكوبالت CoO عندما تعتمد الأغشية الرقيقة من أكسيد الكوبالت على المذيبات وطبيعة المواد الأولية المستخدمة. . الكوبالت هو أحد المعادن الثلاثة المغناطيسية في درجة حرارة الغرفة يذوب ببط في الأحماض المعدنية المخففة ولا يتحد مباشرة مع الهيدروجين أو النيتروجين ولكنه يتحد عند تسخين مع الكربون أو الفسفور أو الكبريت يتعرض الكوبالت أيضا للهجوم بواسطة الأكسجين وبخار الماء عند درجات حرارة مرتفعة[11-11].

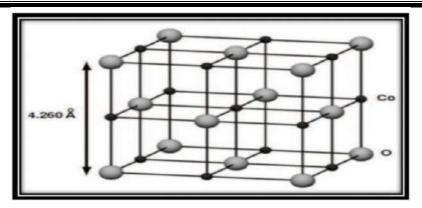
3-1-الأشكال البلورية لأكسيد الكوبالت:

أكاسيدالكوبالت مثل الأكسيد يوجد الكوبالت في ثلاثة أشكال بلورية مختلفة من النوع P أكسيد CoO_{1} أكسيد الكوبالت وأكسيد الكوبالتيت $Co_{2}O_{3}$ و $Co_{3}O_{4}$ في معظم $Co_{3}O_{4}$ بسبب ثباتما الكيميائي[13].

1-1-1 البنية البلورية لأكسيد الكوبالت:

-1-1-1-1نوع CoO:

يتبلور أحادياً كسيدالكوبالت CoOمننوعcfc هيكلنوع (NaCl)عند درجة حرارة Tn كما هو مبين في الشكل [14]



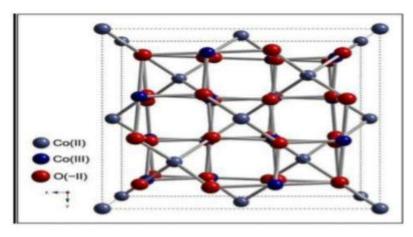
الشكل(I-4) خلية CoO حيث تكون ذرات Co و O مكعبة متمركزة الوجه cfc

:Co₂O₃ نوع هيكل -2-1-1-3

هذا النوع من الأكسيد غير مستقر للغاية، ووجوده في الحالة الصلبة لم يتم التحقق منه بوضوح بعد في الأبحاث c=5.750 عالم عاملات شبكة a=4.640 وa=4.640 معاملات شبكة a=4.640 العلمية حيث يفترض أن a=4.640 عالم عالم عاملات شبكة a=4.640 [15]

:Co₃O₄ الكوبالت -3-1-1-3

أكسيد 00304 (رباعي أكسيد ثلاثي الكوبالت) الذي يتبلور في هيكل الإسبينيل المكعب أين ثابت الشبكة يكون مساويا إلى=8.080A°a[14].



الشكل (I-5): خلية الوحدة I4]C03O4

الجدول (I-3): يلخص الخصائص الرئيسية لأكسيد الكوبالت في الجدول التالي[16]

أكاسيد	بنية	ثابت تسعرية°A	الكثافة	الوزن الجزئي	نقطة الإنصهار
CoO	Cfc	4.260	6.45	74.9326	1936

عموميات حول مركب أكسيد

القصل الأول

الكوبالت

Co ₂ O ₃	Нср	a=4.640 c=5.750	5.2	165.863	895
Co ₃ O ₄	Spinelle	8.084	6.2	250.80	900-950

4-الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

1-4-الخصائص الفيزيائية والكيميائية للكوبالت (Co):

يلخص الجدول الخصائص العامة للكوبالت:

الخصائص	القيم	المرجع
نصف القطر	0.58A°	34
وفرة الذرية	58.93 32g/ml	35
وفرة في قشرة الأرض	29PP _m إلى 25	35
لحظة جاذبة	Uferr=1.72 Ub Uferr=1.85uB Upara=3.13 uB T>Tc	36

يعد الكوبالت أحد العناصر الكيميائية الانتقالية المهمة في الطبيعة فهو يتميز بخصائص فيزيائية وكيميائية متمثلة في الصلابة العالية ولمعانه وارتفاع درجة حرارة انصهاره وغليانه، له الكثير من الخصائص المشابحة للحديد والنيكل ويعد مادة مغناطيسية بامتياز فالكوبالت الصلب يتبلور في بنية سداسية مدمجة مع حجم الشبكة $a=2.51A^{\circ}$ يكون الكوبالت $a=2.51A^{\circ}$ وزنا من القشرة الأرضية، يلخص الجدول التالي الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمعدن الكوبالت (Co)[32].

الجدول (I-4): الخصائص الفيزيائية والكيميائية للكوبالت (Co) [29]

خصائص معدن الكوبالت [32]	
الكوبالت (z=27(Co	الرمزالكيميائي
$3d^74s^2$	التوزيع الإلكتروني
فلزي إنتقالي	تصنيف العنصر
نظام بلوري سداسي	البنية البلورية
رمادي	اللون
1495c°	درجة الإنصهار
8.90g/cm ³	الكثافة (عند درجة حرارة الغرفة)
24.81g/mol.k	السعة الحرارية المولية عند درجة
	T=25C°

2-4-الخصائص الفيزيائية والكيميائية لأكسيد الكوبالت:

1-2-4 الخصائص الكيميائية: [33]

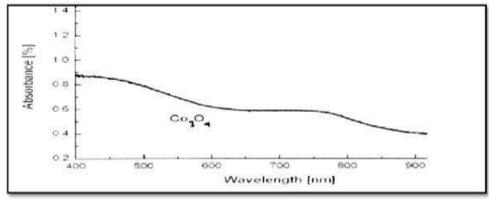
Co ₃ O ₄	الرمز الكيميائي
كوبالت9	مجموعة
أكسجين16	
d ⁷ 4s ² كوبالت	التكويين الإلكتروني
$[He]2s^22p^4$	
أكسجين	
الكوبالت %73.42	التركيب الكيميائي
الأكسجين %26.57	

2-2-4 الخصائص الفيزيائية: [33]

كثافة	6.11^{3} cm/g
الكتلة المولية	74.93mol/g
نقطة الإنصهار	895°
نقطة الغليان	900°

5-الخصائص الضوئية لأكسيد الكوبالت:

يتميز طيف الامتصاص4Co3O4بنطاقي امتصاص أحدهما يقع في الأشعة فوق البنفسجية(uv) والآخر في المجال المرئي (VIS) ، كما يوضح الشكل التالي التباين في الامتصاص بدلالة الطول الموجي [37].



الشكل6: تغيرات الامتصاص بدلالة 1[37]

الكوبالت

يعزى نطاق الامتصاص الواقع عند 400 نانومتر إلى نقل الشحنة بين الذرات (الأنيون) المختلط من $(2P^6)^{-2}$ إلى مدارات $(2P^6)^{-2}$ وأيضا إلى مدارات $(2D^6)^{-2}$ $(3d^6)^{-2}$ يمكن تفسير وجود نطاق الامتصاص حول 700 نانومتر

من خلال نقل الشحنة بين الذرات (الكاتيون-الكاتيون) بين المدارات ($d(t_2g)$ لكاتيون Co^{3+} في موقع الأوكتاهدر و من خلال نقل الشحنة بين الذرات (الكاتيون Co^{2+} في موقع رباعي السطوح .

6-الخصائص المغناطسية لأكسيد الكوبالت:

معدن الكوبالت عبارة عن مغناطيس حديدي أدنى من مستوى Tالبالغ $^{\circ}$ 1388k وله تقارب كبير مع الأكسجين وبالتالي يتشكل أكاسيد بسهولة خاصة عندما يكون T0 بحجم نانومتر. تعتبر كل من أكسيد الكوبالت الأحادي و الثلاثي T0 مضادات مغناطسي أقل من T1 فقد تمت دراسة الكوبالت المعدي ثلاثي الأبعادعلى نطاق واسع لأغراض مغناطيسية [40-41]. ومنخصائص المغناطيسية أيضا في درجة حرارة الغرفة يكون السلوك T0 مضادا النوع البارامغناطسي الكلاسيكي من ناحية أخرى أقل من درجة حرارة الترتيب T1 فإنما تقدم طابع مغناطيسي مضادا ويرجع ذلك أساسا إلى الاتزان الطفيف بين أيونات T1 الحراك T2 فرمن ناحية T3 فرمن ناحية T4 أساسا إلى الاتزان الطفيف بين أيونات T4 الحراك ومن ناحية T4 أساسا إلى الاتزان الطفيف بين أيونات T4 أك

7-الخصائص الكهربائية لأكسيد الكوبالت:

يتم تفسير خصائص التوصيل الكهربائي في Co_3O_4 كما هو الحال في معظم أكاسيد الإسبينيل فقد كشفت التجارب أن أكسيد الكوبالت عبارة عن عازل مع فجوة ممنوعة في حدود 2.5 volt ويعزى هذا إلى التفاعل القوي بين الإلكترون والإلكترون في النطاق ثلاثي الأبعاد والذي يؤثر بشدة على البنية الإلكترونية لأكسيد الكوبالت، حيث تبلغ قياسات المقاومة على بلورة واحدة في حدود $10^6\Omega$.cm. كما يمكن الحصول على قيم أقل للمقاومة من خلال تكافؤ الأكسجين للمركب الذي سيتعين عليه تقليل جزء من Co_3O_4 إلى Co_3O_4 في موقع ثماني السطوح [44].

8-تطعيم الأكاسيد المعدنية:

هي إضافة نسبة قليلة ومحدودة من الشوائب إلى بلورة شبه الموصل وتدعى العملية بالتطعيم (التشويب)، وتعرف كمية الشوائب المضافة بنسب قليلة تعمل على زيادة التوصيلية لهذه المواد وكذلك تعطينا إمكانية التحكم في كثافة الإلكترونات الحرة الموجودة في شبه الموصل أو كثافة الفجوات فيه وبصورة مستقلة أي ظهور نوع واحد من حاملات الشحنة وتضاؤل أو اختفاء النوع الآخر لهذا فإن شبه الموصل فيه وبصورة مستقلة أي نوعين رئيسيين هما شبه الموصل من النوع السالب(n) وشبه الموصل من النوع الموجب (p) أما عند زيادة التطعيم بأعلى من الحد المقررعندها تستعمل الذرات الشائبة على إعاقة حركة حاملات الشحنة ومن ثم تقليل التوصيلية الكهربائية [26].

إن الأكاسيد المعدنية عموما تكون نصف ناقلة وتملك فاصل طاقي عريض ويمكن أن يرمز لها بالرمز (MO) حيث Maثل الذرة المعدنية وOتمثل ذرة الأكسجين [27].

8-1التطعيم من نوع (n):

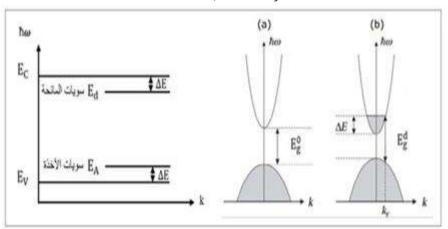
يعتمد هذا النوع على استبدال ذرات المعدن بذرات تفوقها في عدد التكافؤ ويعتمد ذلك على حجم التطعيم ومدى انحلاله في شبكة الأكاسيد المعدنية، وهذا النوع يسمى بالنوع السالب كون حاملات الشحنة الأغلبية

الكترونات. يجري التطعيم من نوع nباستبدال ذرة المعدن أو الأكسجين إذ يرتبط هذا التطعيم بالخصائص الفيزيائية والكيميائية للذرات الوافدة مثل التطعيم بذرات النحاسCuأو الحديد Fأو الفلور حيث تقوم ذرات التطعيم بتكوين مستوى في الفاصل الطاقي تحت عصابة النقل وزيادة التطعيم يؤدي إلى تطوير هذا المستوى بتداخله مع عصابة النقل أو

بفارق طاقي ضعيف وبالتالي فإن عدد كبير من الإلكترونات سوف تشارك في التوصيل وعليه تزيد الناقلية بزيادة التطعيم[27-28].

(p) التطعيم من نوع-2-8

هذا النوع يسمى بالنوع الموجب لكون حاملات الشحنة الأغلبية فيه هي الفجوات في حيث حاملات الشحنة الأقلية هي الإلكترونات ويتم الحصول على هذا النوع بإضافة شوائب مستقبلة إلى شبه الناقل حيث تقوم ذرات التطعيم بتكون سوي في الفاصل الطاقي قريب جدا من عصابة التكافؤ [29]، حيث يتم تطعيم أكسيد الكوبالت (Co) بنوع(p) بنوع(co) بنوع(co) بنوع(miz) بعث يتم الحصول عليه باستبدال الأوكسجين بواسطة ألمنيوم الآزوت (Al-N) وكذلك الآزوتN يوضح الشكل حزمتي التكافؤ والنقل في الحالة النقية (a)والمطعمة (b) فالجزء الرمادي يمثل الحالة المشغولة أين تكون (Eg°) تمثل الفاصل الطاقي للمادة الأساسية و(Eg) تمثل قيمة الفاصل الطاقي بعد التطعيم [30-28].



الشكل7: تمثيل تخطيطي للبنية عصابة الطاقة في الحالة النقية aوالمطعمية [31]

حيث:

Eg°:فاصل الطاقة الذاتية

Eg: قيمة فاصل الطاقة بعد التطعيم

ΔE:مقدار الإزاحة الفاصل الطاقي

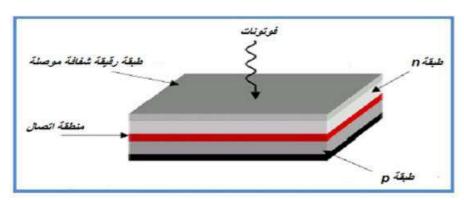
9- تطبيقات أكسيد الكوبالت:

نظرا لتوفر أكاسيد الكوبالت بكثرة على الأرضو انخفاض تكلفة إنتاجه من ناحية و استقرارهالحراري وخصائص الفيزيائية والكيميائية المميزة من ناحية أخرى، فقد تم استغلال هذا المركب في الكثير من التطبيقات نذكر منها:

9-1-الخلايا الشمسية:

الخلايا الشمسية هي أنظمة تتكون من مواد شبه موصلة تملك القدرة على تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية ويعود ذلك إلى تأثير الضوء على هذه المواد حيث يتم امتصاص الضوء الساقط على هذه الخلايا من قبل ذرتما فتعمل هذه الطاقة على إثارة الإلكترونات الحرة في المادة فتنتقل الإلكترونات من عصابة التكافؤ إلى عصابة التوصيل

كما هو موضح في الشكل 4 بحيث تتحسن كفاءة أو مردود هذه الخلايا من خلال دمج الأقلام الرقيقة كشبه موصل من النوع n وذلك لتوسيع مساحة السطح الفعال وزيادة التفاعل مع الضوء وعلاوة على ذلك يمكننا توسيع طيف الامتصاص للضوء من خلال تطعيمه بالمواد وبالتالي يمكننا التحسين في مردودها[19]



الشكل8: الهيكل الأساسى للخلية الشمسية [20]

9-2-التحفيز الضوئي:

هي طريقة لمعالجة الملوثات العضوية في الماء، يمكن إستغلال أكسيد الكوبالت كمحفز ضوئي لتحليل الملوثات العضوية[21].

9-3- بطاريات الليتيوم:

استخدام بطاريات الليتيوم لوقت طويل بفعل قدرة التخزين العالية [22]

9-4-علاج السرطان:

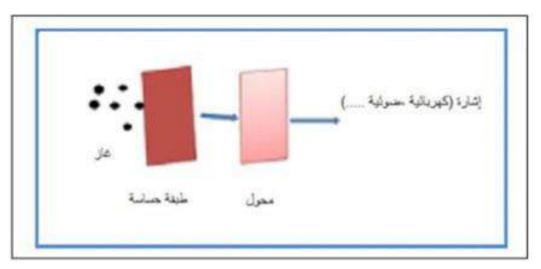
تستخدم أكاسيدالكوبالت على نطاق واسع في البيولوجيا الحيوية[23]، كما أن تلعب أفلام الكوبالت دورا مهما في سلامة أجهزة الدوائر المتكاملة وذلك لأن أفلام الكوبالت المعدني لديها ميل منخفض للتعرض للانتشار ولديها مقاومة

الكوبالت

أعلى للهجرة الكهربائية، كما يخضع استخدام ناقلات الكوبالت السيليكا لإصلاح الشبكية المستأصلة في المجال الطبي ذي الصلة[18].

19−3 حساسات الغاز:

وهي واحدة من أكثر الاستخداماتاتساعا في مجال رصد ومراقبة تلوث الهواء والكشف عن الغازات السامة[22]، وهي أجهزة تتكون من أنصاف النواقل تقوم بالكشف على الغازات وذلك استنادا على تأثير التفاعل (غاز، صلب وبشكل خاص على امتصاص جزيئات الغاز المكثفة على السطح الحساس بحيث يؤدي تكاثف هذه الجزيئات إلى حدوث تفاعلات أكسدة واختزال على السطح متسببة في تغيير المقاومية الكهربائية أو خصائص ضوئية للجهاز (قرينة الانكسار)[24].



الشكل9: مبدأ عمل حساسات الغاز متمركزة على الوجه fcc

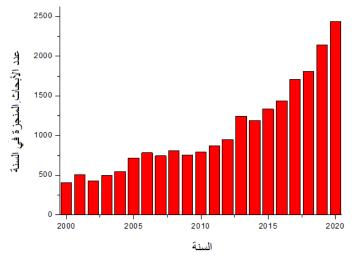
10-الدراسات التي أجريت على أكسيد الكوبالت:

- ♦ في سنة 2019 قامت N.Kuidri وآخرون. [45] بترسيب ومعاينة الطبقات الرقيقة التي تعتمد على الكوبالت باستخدام تقنية الرش رذاد الإنحلال الحراري من أجل الحصول على طبقات ذات خصائص كهروضوئية جيدة لاستخدامها في المجال الكهروضوئي. حيث تمت دراسة تأثير درجة حرارة الركيزة على جودة الأغشية الرقيقة لاستخدامها أن أكسيد الكوبالت مستقر في درجة حرارة الغرفة، و يتبلور في بنية السبينال المكعب، وهو نصف ناقل من نوع P له نطاق ممنوع ذو عرضين تتراوح قيمتها بين 1.45 إلكترونفولت على التوالي.
- ♦ في سنة 2016 قام T.Marayama وآخرون . [46] بتحضير أغشية رقيقة من أكسيد الكوبالت عن طريق ترسيب البخار الكيميائي حيث كانت مادة المصدر هي الكوبالت (II) أسيتيل أسيتونين. تم الحصول على أغشية رقيقة من Co₃O₄ عند درجة حرارة الركيزه 250درجة مئوية. أدت أكسدة وتقليل الأغشية في محلول أغشية رقيقة من 0,1MKOH إلى تغيرات في الامتصاص البصري. كانت نفادية الفيلم المختزل أعلى وكانت نفاذية الفيلم

المؤكسد أقل من نفاذية فيلم Co_3O_4 المترسب. أظهر أطياف الامتصاص والإنعكاس في مجال الأشعة تحت o4(II)/Co (I 2Co (III)/Co(II) المحمراء أن التغيرات البنيوية تعزى إلى عملية الأكسدة والإختزال (II)/Co(II).

- ♦ في سنة 2014 قامت Z.Nazir وآخرون. [47] باستخدام طريقة طلاء غمس سائل –هلام لترسيب أغشية رقيقة من أكسيد الكوبالت على ركائز زجاجية. تمت معاينة الأغشية المتحصل عليها عن طريق حيود الأشعة الصينية (XRD)، مقياس الطيف الضوئي بالأشعة المرئية وفوق البنفسجية، مقياس المغناطسية بعينة الاهتزاز (VSM)، ومجهر المسح الإلكتروني، والتحليل الطيفي للأشعة تحت الحمراء (FTIR) حيث ثم تحديد نوع أكسيد الكوبالت المتبلور و اظهر انه Co3O4 بواسطة (FTIR) و حيود الأشعة الصينية. عند زيادة سرعة سحب الركيزة، لوحظ انخفاض في فجوة الطاقة الممنوعة بسبب زيادة سماكة الأغشية.
- ♦ في سنة 2013 قام F.Saced وآخرون. [48] بتحضير الجسيمات النانوية من أكسيد الكوبالت من نوع الإسبينيل (C0304) بسهولة من خلال مسار تحلل حراري ببطئ عند درجة حرارة منخفضة (175 درجة مئوية) باستخدام مركب نترات الكوبالت (III) مركب نترات (XRD) أظهرت نتائج كل من مطيافية الاشعة تحت الحمراء(FT-IR)، حيود الأشعة السينية (XRD)و التحليل العنصري (EDS) إلى أن المنتج كان عبارة عن طور مكعب نقي للغاية ومتبلور جيدا من CoO. أظهرت صور TEM أن مسحوق المنتج يتكون من جزيئات شبه كروية مشتته مع توزيع ضيق الحجم يتراوح من 6 إلى 16 نانومتر. أكدت القياسات المغناطسية أن الجسيمات النانوية 2030تظهر سلوكا مغناطيسيا صغيرا يمكن أن يعزى إلى دوران السطح غير المعوض أو تأثيرات الحجم المحدود.

المنحنى الموضح في الشكل يبرز عدد الدراسات المنجزة من سنة 2000 إلى غاية سنة 2020 لمركب أكسيد الكوبالت الغير مطعم حيث نلاحظ زيادة تصاعدية لعدد الأبحاث و هذا ما يبين أهمية هذا المركب.



الدراسات المنجزة على أكسيد الكوبالت.

11-الدراسات التي اجريت على اكسيد الكوبالت المطعم:

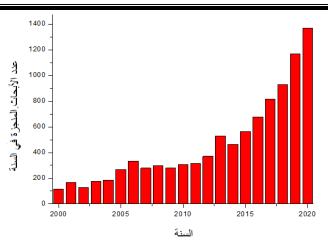
♦ في سنه [2020] قام .Leydi وآخرون. [51] بدراسة تركيب اكسيد الكوبالت4% من منشطات النيكل في عينات تم الحصول عليها بإستخدام تقنية الحرارة المائية، أشار تحليل حيود الأشعة السينيه إلى تكوين اكسيد الكوبالت الإسبنيل مع استبدال كامل للنيكل في الشبكة. تم العثور على متوسط حجم بلوري يتراوحبين

32و 31 نانومتر،. أشارت نتائج SEMإلى تكوين هياكل نانونيه ذات شكل شبه مكعب وقضبان غير منتظمة تعتمد المعلمات مثل حجم وحجم الجسيمات ومساحة السطح وكذلك مورفولوجيا المنتج النهائي على المنشطات.

- ♦ في سنة [2018] قام G.Hitkari وآخرون. [52] بتحضير أكسيد الكوبالت و تطعيمه بواسطة معدن الكروم بنسب تتراوح بين 1% إلى 5% م بنجاح بطريقة الترسيب المشترك الكيميائية البسيطة متبوعة بالتكلس عند 400 درجة مئوية لمدة 3 ساعات. أكد تحليل الاشعة السينية تكون الطبيعة التكعبية
- ♦ للجسيمات النانوية لأكسيد الكوبالت. بينما أظهرت صور SEM بنية كروية. أكد تحليل BET السلوك المسامي للجسيمات النانوية. تم استخدام أطياف الأشعة فوق البنفسجية المرئية لتحديد فجوة النطاق وسلوك الأكسدة الضوئية لصبغة برتقالية الميثيل العضوية. أشارت البيانات التجريبية إلى أن محفز الجسيمات النانوية 50mg/l يمتلك نشاط تحفيزي تجاه محلول تحلل بروميد الميثيل عند مستوى التركيز المختبر 150mg/l أعلى من 60304.
- ♦ في سنة [2016] قام T.Aneela وآخرون. [53] بأنتاج مواد نانوية من أكسيد الكوبالت المطعم بالحديد (Fe). بإستعمال الطريقة الحرارية المائية واستخدمت تقنيات الفحص المجهري الإلكتروني (SEM) وتقنيات التحليل الطيفي المشتت للطاقة للتوصيف. تظهر الهياكل النانوية المصنوعة من الكوبالت المطعم بالحديد (Fe) تحديدا جيدا لمجموعات التشكل من الجسيمات النانوية والتركيب الكيميائي الممتاز الذي يحتوي على ذرات Fe و حيدا لمجموعات التشكل من الجسيمات النانوية والتركيب الكيميائي الممتاز الذي يحتوي على ذرات Co و Co . كان الغرض من هذه الدراسة رصد تأثير التطعيم على الخصائص التركيبية والتحفيز الكهربائي للأكسيد الكوبالت.

المنحنى الموضح في الشكل يبين عدد الدراسات المنجزة من سنة 2000 إلى غاية سنة 2020 لمركب أكسيد الكوبالت المطعم حيث لاحظنا زيادة أسية لعدد الأبحاث و هذا ما يبين أهمية تطعيم أكسيد الكوبالت و استغلاله في مختلف التطبيقات.

الكوبالت



الدراسات المنجزة على أكسيد الكوبالت المطعم

خاتمة الفصل الأول

في هذا الفصل قمنا بدراسة عامة حول التعرف على أهم خصائص أكسيد الكوبالت الفيزيائية والكيميائية والكهربائية والخهربائية والضوئية وأيضا قدمنا فكرة حول التطعيم في الفصل الموالي سنسلط الضوء على مختلف أساليب تشكل الطبقات الرقيقة وأهم التقنيات المتبعة في ترسيب ومعاينة الأغشية الرقيقة لهذه الأكاسيد.

مراجع الفصل الأول:

- [1] Tariq Jan, JavedIqbal, Muhamma dismail, Noor Badshah, Qaisar Mansoor, Aqsa Arshad Qazim. Ahkam, "synthesis, physica lProperties And Antibacte rial Activity of Metal Oxides Nanostructures ",Materials Science In Semiconductor Processing vol.21, Pp.154-16.,2014
- [2] T A BETAbdelaziz "optimisation des condititions d'é la boration(température de substrat et distance bac-substrat) des fil mismi nces de zno par sparay "Preséntée à la Faculté des sciences exactes pour l'obtention du Diplôme de Magistére .,(2013)
- [3] Artarad Ali ,Hirazafar, Muhammad zia, Ihsnul Haq'Abdul Rehman Phul l'Johamsarfraz Ali ALTA Fhussain,"Synthesis, characterization, Applications,And challengesofIron Oxide Nanopartic les",Nanoteclmology, Sciemce And Application V O 19,Pp49-67(2016)
- [4] Odile Ben zen cenet "ProPriétés Et couplage D'échange Dansle systéme Modèle : CO/A-FE203(0001), Thése Docteure En Science De Luniversité Paris-ViDisciplime Science Des Matériaux10september(2008).
- [5] Panorama 2013 du marché du cobalt Rapporr public BR GM/R.P-63 626-FR Mai2014
- [6] W.W.We be lements.com cobalt crystal-structure.
- [7] R. walton, <<cobalt Market Report>>, Themagazine of the Minor Metals Trade.
- [8] A-S. Audion, C. Hocquard, J,F Labbé et J-J Dupuy,Panorama 2013 du marche du cobalt
- [9] M. Tinouche . « é la bortion et caracté risations de couches minces à base de colaalt »Mémoire de Majistar. Univ .Fer hat Abbs-sétf(2010).

- [11] Journal of Ne w Technology and Matrials (JNTMIJNeW Technol.Mater.Vol10,N 01 (2020) 56 –OE Bcur.Pablish-co,Effectol cobalt chlori de comcementration on structural
- [12] Cobalt/uses/Britannies Properties, s Facty
- [13] Kh, Habchi « Effectof substrate temperature on the properties of co3o4 thinfilms e laborated by spray pneumatic», Mémoire de Magistere, univ-Med khider Biskra (2017)

- [14] -s.Derradji ,«Etude de l'in fluence des conditition de synthèse sur les propriétés des oxydes de la structure spinelle Ni Fe204» ,Mémoire de Magister, Université Mohamed kheider Biskra 2010
- [15] -C.R. Brundle, T.J, chuang. and D. W.Rice. Surface Science, 60 (2):286,1976
- [16] -A. Bejaoui, «capteurs à base des couches minces d'oxyde de cuivre(II) (cuo) optimation et modilisation en vue de la d'etection de gaz», Thése de Doctorat, Université de carthage INSAT,2013
- [17] https://www.intechopen-com/book/cobalt compounds. and appliction/introductory chapter-cobal-compo u m d s-and applications A ynur Manzak, Intechopen, DOI:/0,5772/inte-chopon 89404
- [18] Aynur Man zak, Intech open, DOI: 10,5772/ intech open. 89404 https://www.intech open.com/books/ cobalt compounds-and-applications/ intro ductory-chapter cobalt-compounds-and-applications.
- [19] N. Bonhssira, "Elaboration pesFilms Minces D'oxyde De zinc Par Evaporation Et Par Pulverisation Magnetron Et Etude De Leurs Proprietes", Thése De Doctorat, Universite constantine 1,(2013)
- [20] K.Ramamoorthy, M, Arivanandhan. k. samkaranarayanan, c. sanjeeviraja, "Materials chemistry And Physics". Vol. 85, P257 (2004)
- [21] Boufoa Nassima, "Elaboration et caractérisation des nano poudrs d'oxyde d'étain (sno2)", Presente pour le diplôme de Magister, université Mentouri constantine (2012)
- [22] H. Sefardjella, "Propriétés opto-Electriques Des Films Minces Du Dioxy de D'étain", These De Doctort, Université 20 Aout1955-skikda (2015)
- [23] Bazine Abd Imadjid Elaboration bar sel-Gel Et caracterisation D' oxy de Metalique (Type: A-Fe203) Aux Propries Photocatyti ques .Universite Des Freres Mentouri-constantinel(2017) P.k-J-Robertson , Semi-com ductor
- [24] Photocatalysis: An Environmentally Acceptable Alternative Production Technique And Effluent Treatment Process. J.cleanet Prod.4 (N°3-4) (1996)203-212
- [25] C.Tropis," Couches Minces D'oxy des spinelles ET De Nanocomposites Spinellecuo A Propriétés semi. comductrices Destinées Ala Réalisation De capteurs De Gaz", Thése De Doctorat, universite Toulouse IU-Paul Abatier (2009)
- [26] A.RAHAL," Elaboration Des verres conducteurs Par Dé Position De zno sur Pas verresor dinaires," UNIVERSITE D'ELOUE(2013)
- [27] A.Bally," Electronic Proprieties of Nano –cry stallime Titaniun Dioxide Thin Films" Thése Doctorat, Ecole Polyte chnique Fédérale De Lausanne (1999)

[28] -A.Khawwam Mohammed , Stuaying the effect of Annealing on the structurae and optical properties of ($Zn_{1-x}FexO$) Thin Films Preparedbychemical Spray Pyrolysis Me Thod, Thes is The Degree of M, Sc, Diyala Unive rsity,Iraq,2014

- [30] -O .Boussam, "Etu de De L'effet D'un couche Mince De Tio2 Sur les Paramé tres D'un Cellule Solaire Au Sil icium. "Thèse De Magister, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou(2011)
- [31] -J.M. Dekkers, Transparent Conducting Oxides on Polymericsubst rates By Pulsed laser Deposition , "Pn. D. Thesis university of Twente, Enschede, The Ne therlands (2007)
- [32] -Greenwood, Norman N, Earnshaw, Alan(1997) .chemistry of The Elements(). Butterworth-Heinemann.119-1117 .Isbn 0-08-037941-9.
- [33] -AZONano.com-An AZONetwork Site Owned and operated by AZoNet work 2000-2021
- [34] -T. Mahjabin, «Structural, apticaland electrical properties of cobalt dopedzinc Oxide thim films preparaed by Spray Pyrolysis» Thesi, Univ.EngineeringTechnology-BangladeSh (2011)
- [35] -A-SAUdion, C.Hocquard, J-FO Labbé et J-J .Dupuy, Panorama 2013 du marché du cobalt
- [36] J.Bran, «Elaboration et caractérisation de nanostructursa Cu-Co Corrélationave les propriétés magnéto résistives», Thèse de Poctorat, Univ-Bordeaux1,(2012)
- [37] -S.Guill, «Elaborationet caractérisation de films minces absorbants de lumière a'partir de dispersions colloidale de nano particu les d'oxydes Mn3-xCoxO₄ (O!X!3)etCu₂o», Thèsede Doctorat, Univ-Toulouse,2o₃)
- [38] -P. R. keng. B. Y. Kim, I. Shim, R. Sahoo, P, E, Veneman, N. R. Amstrong, J. Pyun, colloidal Polymerizatiom of Polymer-intocobalt oxide Nanowires, Journal ASC Nano, Vol, 10, 2009, 3143-3157
- [39] -J. Tauc, Optical properties and electronic Structure of amorphous Geand Si, Materials Research Bulletim, Vol., 3,1968,37-6
- [40] M. Sto, S,Kohiki, Y Makawa, Y,Sohda,T. Babasaki, H De guchi, M, Mitom, Pieution

- [41] -V, Skumryev, S, Sroyahov, Zhang, G, Hadji Panayis Nature423(33
- [42] -G, Godillot «Electro des pour Super condensateurs a´base d'oxy des de cobalt conducteurs» Thèse de Doctorat univ.Bor de aux 1(2012)
- [43] -R-walzon, «Cobalt Mar ker Report The magazincof the Minor Metals Tra de Assciation,2013»
- [44] Pan kove Ja cques .I. Optical Processes in Semiconductors, Engle wood cliffs Premtice-Hall 1971
- [45] N. Kuidrila; "contribution à l'àtade de conchez minces d'ox ydestrans parents conducteurs à base de zine et cobalt par spray pneumatique"; Thése Doctorat; un eversote Mohmed tlider de Beshra2019.
- [46] T. Maruyama and S.Arai; "Electrochromic Propeties of cobalt oxide Thin Films Prepared by chmical vapor Deposetion"; J. Electroche* .Soc, VOL.143, NO.4, 1996
- [47] Z. Nazirle; "Structural characterization and optical Properties of cobalt oxide Thin Films"; The 2014 world congress on Advances in civil. Environment, and Materials Ressearch (ACEM14), Uneversete Lahore college for women, la hore-5400, Pakistan
- [48] F. Saeed; S. jalil; Z. Parisa; "Synthesis, characterization, and investigation of optical and magnetic properties of cobalt oxide(Co₃O₄) nanoparticles"; Journal of Nanostruc ture in cheimistry 2013,3;6
- [49] A. Louar dietal; "characterization of cobalt oxide thin films prepared by facile spray pyrolysis technique using perfume atomizer"; Journal of Allays and compounds 509 (2011)9183-9189
- [50] P. jariti; sh. Pratima ;study of physical properties of cobalt oxide (Co₃O₄) nanocrystals; Physics De partment, university of Allahabad, Allahabad. 211002, Jndia; Article history: Received in revised form 25 February2010.
- [51] J. Leydi; M. Angela; R. Miryam; "Synthesis and evaluation of nickel deped Co₃O₄ produced throughly drothermal technique"; un iversdad NACIONAL DE COLOMBIA; Revista DYNA, 87(213); PP.184-191, April-June, 2020
- [52] G. Hitkari, S. Sondhya; P. Gajanan; K. Manoj; K. Deepak; "Synthesis of chromium Doped cobalt oxide (crCo₃O₄) Nanopartic les by co-Precipitation Method and Enhanced Photocatalytic Propertias in the visible Region"; jMaTerial SCi Eng2018,7:419.doi 10.4172/2169-002.1000419
- [53] T. Aneela; B. Qurratulain; S. Ghazala, W. Magnus, H. Zafar, "Fe.Doped cobalt oxide Nanostructures for the Development of semsitive Dopami ne Biosensor"; J.Vol.14,1-5,2016

الكوبالت

[54] E. Markicwicz; R. Bujcikiewiez, O. Majda, "Effact of cobalt doping on the dielectric response of $Ba_{0.95}$ $Pb_{0.05}$ Tio_3 ceramics", J Electrocoram (2014) 32:92-101 DOI 10.1007/S10832-013-9865-1

 $[55]~\rm Q$. Zhang, Z.D.Wei; "Copper-doped cobalt oxide electro des for
oxygen evolution reaction pre pared by magnetron sputtering ",
Volume 37, Issue 1, January 2012, Pages 822-830

الفصل الثاني: تقنيات ترسيب ومعاينة الفصل الثاني: الأغشية الرقيقة

اتھيد:

وفي هذا الفصل سنتعرف على الأغشية الرقيقة، مفهومها، مبدأ وطرق ترسيبها، آليات نموها، إضافة إلى ذلك سنتطرق بشرح لأهم الطرق والتقنيات المتبعة لترسيب ومعاينة الأغشية الرقيقة.

1-مفهوم الأغشية الرقيقة:

يستخدم هذا المصطلح لوصف طبقة ذرية واحدة أو أكثر من مادة لا يتجاوز سمكها 1µm، يتم ترسيبها على مادة ما تسمى الركيزة بمدف تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للركيزة من بين الركائز الأكثر استعمالا: الزجاج والسيلكون [1].

تم إثبات تأثير الطبقات الرقيقة على الخصائص البنيوية والفيزيائية للركيزة، من بين الدراسات التي تناولت هذا الموضوع، قام F. J. Yusta et all بدراسة تأثير تشكل الركيزة على الخصائص الفيزيائية وجد أن أكسيد القصدير (SnO2) النقي المرسب على الركيزة بيركس لديه مقاومية ضعيفة بالمقارنة مع ركيزة السليسيوم [2], بناء على ذلك يجب أن نأخذ بعين الاعتبار أهمية تركيبها [3].

1-1-مبدأ ترسيب الأغشية الرقيقة:

من اجل ترسيب رقائق من مادة معينة على سطح ركيزة صلبة، يجب أن تمر جزيئات المادة عبر وسيط ناقل، حيث يكون الوسط على اتصال مباشر مع الركيزة، عند وصول الجسيمات لسطح الركيزة جزء منها يتماسك بالسطح وذلك من خلال قوى "Van der waals" أو يتفاعل كيميائيا معها، حيث تكون هذه الجسيمات إما جزيئات أو ايونات وكذلك قد تكون ذرات، أما بالنسبة لوسط النقل فقد يكون سائل أو غاز أو الفراغ:

- حالة وسط النقل السائل: تتميز هذه الطريقة بسهولة استخدامها، وهذا راجع لتنوع طرق الترسيب في هذه الحالة وكمثال على هذا نذكر طريقة "هلام سائل" (sol-gel)
- حالة وسط النقل الغازي أو الفراغ:هذا الوسط يعتبر الأكثر استخداما في مختلف طرق الترسيب المسار الحر للجزيئات (المسار بين التصادمين)

تجدر الإشارة إلى انه لا توجد طريقة مرجعية لترسيب الطبقات الرقيقة، فلكل طريقة مميزات معينة واختيار الطريقة ناجم عن عدة حيثيات، إضافة إلى ذلك فإن تحضير الركيزة خطوة مهمة للحصول على شرائح جيدة [4].

1-2-آلية نمو الأغشية الرقيقة:

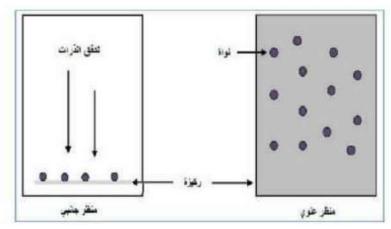
على الرغم من استخدام طرق الترسيب المختلفة في تشكيل الطبقات الرقيقة، إلا إن القاسم المشترك بينهم هو أنها تشمل عادة على ثلاث مراحل أساسية:

- نقل المواد المرسبة للركيزة.
- إنتاج المواد المرسبة (ايونات -جزيئات.....).
- -تكثيف المواد المرسبة على الركيزة ,لتشكيل شرائح صلبة[5].

1-3-مراحل نمو الأغشية الرقيقة:

❖ −مرحلة التنوي (La nuleatin):

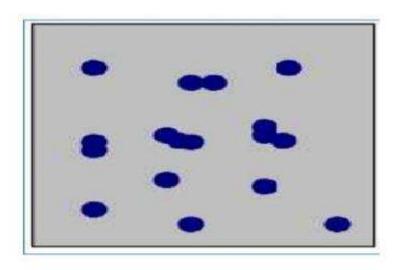
في هذه المرحلة على السطح العلوي للركيزة، هناك تراكم لعناصر صغيرة من عناصر الترسيب. تتوافق هذه الظاهرة أو المرحلة أيضا مع تغير حالة المادة، لذلك تتفاعل ذرات هذه المادة مع الركيزة وتتشكل ما يسمى بالتجمعات وكذلك تسمى بالأنوية المنشأة [6]، كما هو موضح في الشكل 1.



الشكل ($\mathbf{1}$ - \mathbf{II}) : رسم تخطيطي يوضح مرحلة توضع الذرات للطبقات الرقيقة . (أ) : تدفق الذرات على الركيزة . (\mathbf{p}): تشكل الذرات على الركيزة [$\mathbf{6}$].

اللتحام (La coalescence) مرحلة الالتحام

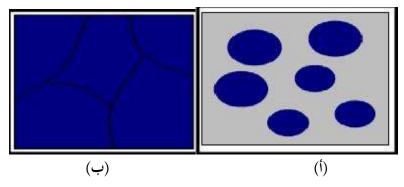
في المرحلة السابقة عندما يزداد الحجم, تندمج النوى وتقترب من بعضها البعض لتشكيل طبقة تغطى الركيزة تدريجيا [6],في هذه المرحلة موضحة في الشكل 2.



الشكل (2-II): مخطط يوضح مرحلة الالتحام بين النوى [6].

(La croissance): مرحلة النمو

هذه المرحلة تعتبر الأخيرة في تشكيل الطبقة حيث يزيد حجم الطبقة التي تغطي الشريحة ويزداد اقترابها من بعضها البعض لتلتحم وتملئ الفجوات عن طريق الزيادة في درجة الحرارة لركيزة[7], وهذه المرحلة للنمو موضحة في الشكل 3



الشكل(3-II): رسم تخطيطي يوضح مرحلة نمو الطبقات الرقيقة .(أ) الخطوة الأخيرة للالتحام .(ب) نمو الطبقة الرقيقة [6].

2-طرق ترسيب الأغشية الرقيقة:

ساهمت التطبيقات المهمة والرائدة في مجال الأغشية الرقيقة بتوسيع دائرة البحث والدراسة كما دفعت الباحثين إلى ابتكار مختلف الطرق لتحضير هذه الأغشية ولنتيجة للتطور العلمي فقد تطورت الطرائق في تحضير الأغشية وأصبحت على درجة عالية من الدقة، واستخدام الطريقة يعتمد على عدة عوامل من أهمها:

- مجال استخدام الأغشية المحظورة
 - -نوع المادة المستخدمة
 - –كلفة التحضير

كما تكون بعض الطرائق مناسبة لمواد معينة وتكون غير مناسبة لمواد أخرى والبعض يكون سهل الاستعمال والبعض الآخر يكون معقد أو أقل توفر وتنقسم طرائق التحضير إلى نوعين أساسين طرق فيزيائية وطرق كيميائية وهي ملخصة في المخطط الممثل في الشكل.



الشكل(H-1): مخطط يوضح التقنيات المختلفة لترسيب الأغشية الرقيقة[46].

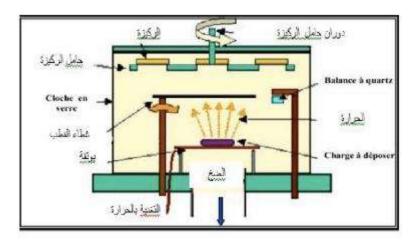
1-2-الطرائق الفيزيائية:

1-1-2 الترسيب الفيزيائي للطور الحراري:

تعتمد تقنية ترسيب البخار الفيزيائي على عملية التبخير الحراري للمواد تحت ضغط منخفض، وبالمقارنة مع طرق ترسيب البخار الكيميائي، فإنحا تتمتع بالعديد من المزايا لأنحا تعتبر تقنية خالية من التلوث لأن طبقة الترسيب كثيفة وسهلة الملاحظة ومن بين طرق الترسيب الفيزيائي الأكثر استعمالا نجد طريقة التبخير تحت الفراغ، الرش المهبطي، الاقتلاع بالليزر [8].

2-1-2 التبخير تحت الفراغ:

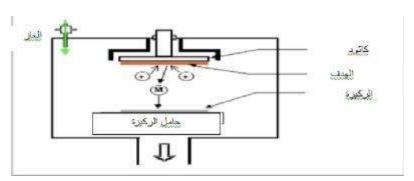
تعتمد هذه التقنية على تبخير المادة المراد ترسيبها بالتسخين عند درجة حرارة عالية ، ويتم تنفيذ العملية في نطاق ضغط من 10^{-3} إلى $pa10^{-4}$ إلى $pa10^{-4}$ إلى غرفة تفريغ الهواء . تختلف طرق التسخين بما في ذلك استخدام فعل الجول أو استخدام حزمة الالكترونات مكثفة عالية الطاقة، حيث تستخدم الطريقة الأولى للمواد سهلة الذوبان أما الطريقة الثانية فهي تستخدم المواد المقاومة للحرارة. عندما لا يكون الضغط منخفضا بدرجة كافية، فإن الرواسب ليس لها تماسك تقريبا وعادة ما تكون غير متبلورة. عندما يكون السطح متعامدا على تدفق البخار، وعموما تعتمد سرعة الترسيب عادة على درجة حرارة المصدر والمسافة بين المادة المتبخرة والركيزة [26].



الشكل (II-5): رسم تخطيطي لتقنية التبخير في الفراغ [46].

2-1-2 الرش المهبطي:

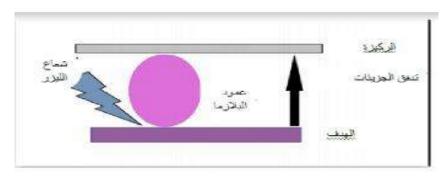
تتمثل هذه التقنية في وضع الركيزة داخل غرفة تحتوي على غاز (غاز الأرغون غالبا) تحت ضغط منخفض، هذا الأخير يلعب دور في تأين ذرات الغاز، وتتسارع الايونات المتولدة بفرق الجهد يتراوح بين (3 إلى 5 kv) [8]. لتسقط على الكاثود، على الكاثود مكون من المادة المراد ترسيبها). تحت تأثير ايونات الغاز المتسرعة الساقطة على الكاثود، يتم سحب الذرات من الكاثود وتوضع على سطح الركيزة. وهي بعض الحالات يتم إدخال غاز ثان بالإضافة للأرغون لجعله متوافقا مع الذرات المنزوعة، تتفاعل كيميائيا لتشكيل المركبات المطلوبة وتتواضع على الركيزة [9-10].



(6-II): رسم تخطيطي لتقنية الرش المهبطي [33].

2-1-4 تقنية الترسيب بواسطة الاقتلاع بالليزر:

هذه التقنية ترسل شعاع ليزر قويا على هدف كبير بالنسبة للحزمة (بحيث الهدف مصنوع من المادة المراد ترسيبها) بحيث تكون قوتها عالية بما يكفي لإخراج كمية من مادة الهدف التي تكون عمودية على سطح الركيزة لتشكيل سحابة من المادة المقتلعة التي تترسب على الركيزة الساخنة وهذا لتوفير الطاقة اللازمة لتحفيز تبلور الطبقة الرقيقة بحيث هذه الأخيرة تكون موضوعة على التوازي مع الهدف كما هو مبين في الشكل (II-6) .



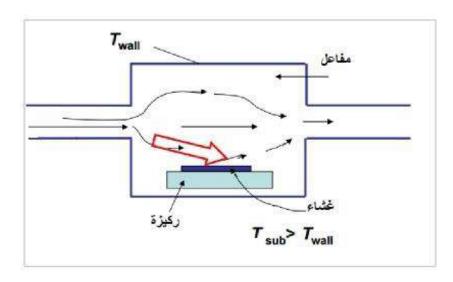
الشكل (II-7): رسم تخطيطي يوضح عملية الترسيب بتقنية الاقتلاع بالليزر [32].

تجريبيا، لوحظ تحسين في جودة الترسيبات من خلال هذه التقنية ويرجع ذلك إلى الحد من العيوب وزيادة حجم الحبيبات ومع ذلك فمن عيوب هذه التقنية ومحدوديتها بسبب التكلفة الباهظة لليزر [27-29].

3-2-الطرائق الكيميائية:

(C.V.D) ترسيب البخار الكيميائي -1-3-2

تستخدم هذه الطريقة بشكل عام للحصول على أغشية رقيقة نقية من المعادن وأشباه النواقل والعوازل وذلك من خلال تبخير المادة من مركب متطاير (Volatile Compound), ويتم تفاعل بخار المادة مع غازات أو سوائل أو مع أبخرة أخرى على القاعدة المراد ترسيب الغشاء عليها وينتج عن هذا التفاعل نواتج غير متطايرة , والتي سوف تترسب تدريجيا (ذرة بعد ذرة) على القاعدة مكونة غشاء رقيقا[39].



الشكل (8-II): رسم يوضح ترسيب الأغشية الرقيقة بطريقة البخار الكيميائي(CVD)[45].

(Chemical Spray Pyrolysis):حاتقنية الانحلال الكيميائي الحراري

وهي الطريقة المستخدمة في بحثنا الحالي، وقد تطورت خلال الستينات من القرن الماضي وذلك نظرا للحاجة الماسة إلى تقنية أقل كلفة لتحضير النبائط ذات المساحة الكبيرة في الصناعات الكهروظوئية. فقد اعتبرت هذه التقنية

إحدى الطرق الكيميائية. كما تم تحضير الأغشية الرقيقة للكبريتيداتوالسيانيدات غير العضوية بالتحلل على قاعدة ساخنة , وأول من استخدام هذه الطريقة هما الباحثان(Auger&Hotle) حيث استخدموا سطحا انتقائيا لتحضير غشاء من النحاس الاسواد على قاعدة من الألمنيوم وذلك عام (1959)[40].

تقضي تقنية (CSP) بكون القطرات الدقيقة من المحلول الحاوي على العناصر المهمة للمركب تكون على شكل أملاح مذابة تتحلل على قاعدة مسخنة إلى درجة التحلل الكيميائي للمادة باستخدام غاز معين ليبدأ التحلل الكيميائي الحراري على القاعدة . وتمتاز هذه التقنية بعدة جوانب ايجابية تتلخص فيما يأتي [40-41]

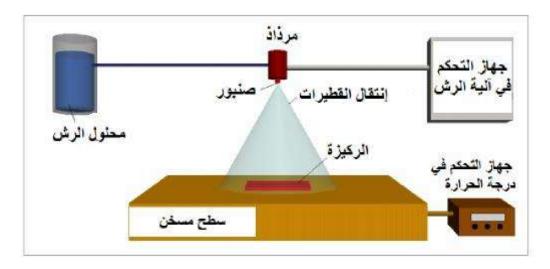
- تقنية اقتصادية وذلك لكون المعدات المستخدمة لا تطلب إلى معدات تفريغ أو منظومات معقدة ومكلفة.
- إذا كانت الأغشية المحضرة ذات التصاقيه جيدة واستقراريه عالية في خواصها الفيزيائية مع مرور الزمن، فقد يتسرب الأغشية على مساحة كبيرة.
- عن طريق خلط مادتين أو أكثر أو تغيير تركيز العناصر الداخلية في تركيب الغشاء أو تغيير تراكيز العناصر الداخلية في تركيب الغشاء أو تغيير درجة حرارة المادة الأساسية، يمكن تغيير عوامل الترسيب بسهولة للحصول على أغشية بموصفات مختارة من حيث الخواص التركيبية والبصرية والكهربائية.
 - يمكن تحضير أغشية لمدى واسع من المواد ذات درجات الانصهار العالية التي يصعب تحضيرها بطرائق اخرى.

أما عيوب هذه التقنية فهي:

- -أنها تتطلب الكثير من الجهد والوقت للحصول على أغشية متجانسة.
- تستخدم فيها المحاليل الكيميائية فقط، أي لايمكن ترسيب مسحوق المادة بشكل مباشر أو باستخدام السبائك. تعتبر تقنية التحلل الكيميائي الحراري من أكثر التقنيات شيوعا في تحضير الأغشية الرقيقة , وتعتمد هذه التقنية على رش المادة المراد ترسيبها بشكل غشاء على قواعد ساخنة (تحت درجة حرارة معينة) وذلك حسب نوع المادة المستخدمة ,فيحدث تفاعل كيميائي حراري بين ذرات المادة والقاعدة الساخنة , وكنتيجة لهذا التفاعل يتشكل غشاء رقيق [43]. يمكن التحكم بنسب الترسيب التي تسمح بتحديد سمك الغشاء من خلال التحكم بظروف الترسيب المختلفة فعند توافر الظروف المثلى للترسيب فإن الأغشية الرقيقة الحضرة تتميز بالتصاقها الشديد بالركيزة، وتكون ذات مواصفات جيدة حيث يمكن استخدامها في دراسة العديد من الخصائص الفيزيائية. في السنوات الأخيرة، حظيت تقنيات الترسيب المختلفة باهتمامكبير، ويرجعذلك في الأساس إلى المميزات العملية على المواد المصمتة (Bulk)، ومرونة المعالجة والأخذ بعين الاعتبار التكلفة كذلك [42]. كذلك يعتمد ترسيب الأغشية الرقيقة على استخدام طرق متعددة منها الفيزيائية والكيميائية كما يعتبر الانحلال الحراري التقنية التي تستخدم مصدرا سائلا لترسيب الأغشية الرقيقة.

إن لتقنية الرش بالانحلال الحراري عدة مزايا مهمة مقارنة بغيرها من التقنيات تتمثل في:

- تمكن من الترسيب وطلاء الركائز ذات التركيبة المعقدة.
- عملية ترسيب تكون موحدة نسبيا وذات جودة عالية.
- لا تحتاج إلى درجات حرارة مرتفعة أثناء عملية الرش.
- يتم استخدام تقنية الرش بالانحلال الحراري لترسيب الأغشية الرقيقة على الزجاج [44].



(9-II):رسم تخطيطي يوضح عملية ترسيب بواسطة الرش بالإنحلال الحراري[47].

تتم عملية الترسيب وفق الخطوات التالية:

انحلال القطرات الأولى للمحلول.

انتقال القطرات في الهواء.

ترسب وتحلل القطيرات على الركيزة للإنطلاق في عملية نمو وتطور الغشاء الرقيق.

3- طرق معاينة الأغشية الرقيقة:

3-1-الخصائص البنيوية:

3-1-1-انعراج الأشعة السينية:

عام 1895 تم اكتشاف الأشعة السينية من طرف رونتجن حيث وجد أنما تنساب بخط مستقيم وبسرعة متساوية لسرعة الضوء كما أنما لا تتأثر بوجود حقل مغناطيسي أو كهربائي وهذا يدل على أنما لا تحمل شحنة كهربائية [15]، تستخدم تقنية انعراج الأشعة السينية لمعرفة طبيعة التركيب البلوري والأطوار البلورية الرئيسية والاتجاه السائد للأشعة المحضرة عند ظروف معينة ودراسة الترتيب الذرى لها [20].

3-1-2 مبدأ انعراج الأشعة السينية:

تستخدم تقنية حيود الأشعة السينية على نطاق واسع لتحديد خصائص الأجسام الصلبة لأنها غير مدمرة للعينة. لذلك عندما تتفاعل الأشعة السينية مع المادة، يمكنها الحصول على معلومات حول التركيب بالنسبة للبلورات النقية، حصلنا على نمط الحيود، وهو بصفة مميزة للمادة [28]. تعتمد هذه التقنية أساسا على تعريض العينة إلى أشعة سينية أحادية الطول الموجي، فتحيد هذه الأشعة عن مسارها بعد ولوجها إلى العينة مشكلة بذلك شدات متفاوتة تسمى قمم

الحيود للأشعة السينية. تنتج هذه الأخيرة من التدخلات البناءة لحزمة الأشعة السينية أحادية الطول الموجي المنعكسة عند زوايا محددة من مجموعة من المستويات البلورية للمادة المعنية [25].

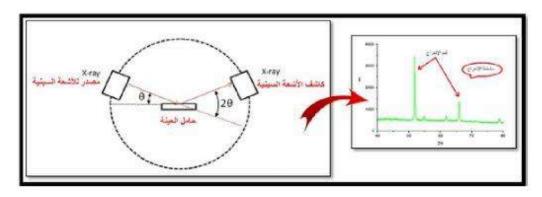
3-1-3 جهاز انعراج الأشعة السينية:

يتكون جهاز انعراج الأشعة السينية كما هو موضح في الشكل (21): مصدر الأشعة السينية أحادي اللون من حامل العينة وكاشف للأشعة السينية , كما تتكون من مقياس الزاوية الذي يتحرك عليه الكاشف , تتعرج الأشعة السينية الواردة من المصدر عندما تمر بالعينة ,فيقم كاشف الأشعة السينية بقياس شدة الإشعاع المنعرج بدلالة الزاوية (θ 2) . المتشكلة من حزمة الأشعة النافذة حيث تعطى النتائج على شكل مخطط الانعراج يدعى (Diffractoyramme) ,والتي تمثل شدة الفوتونات المنعرجة بدلالة (θ 2) , وبمساعدة الجداول الموجودة في بنك المعطيات (A.S.T.M) بمكننا الوصول إلى تحديد الطور ووسائط الخلية المرفقة لهذه المخططات [19].



الشكل (DRX): جهاز انعراج الأشعة السينية (DRX)المستخدام[34].

توجد طرق كثيرة لتحديد التركيب البلوري تعتمد على شكل العينة ان كانت بلورة احادية أو مادة على شكل مسحوق وكذلك على نوع الأشعة المستخدمة ان كانت ذات طيف مستمر أو أشعة وحيدة الموجة [35]. عثل التركيب فيا لشكل (22) مخطط توضيحي لجهاز انعراج الأشعة السينية الأحادية اللون.



الشكل (11-II) :مخطط توضيحي لجهاز انعراج الأشعة السينية[36].

3-1-4-المعلومات التركيبية:

1-4-1-3 الشبكة:

هي توصيف لأبعاد وحدة الخلية في الشبكة البلورية , يمكن حساب ثوابت الشبكة للنظام الرباعي الزوايا من خلال العلاقة الآتية [13].

$$\frac{1}{d^2} = \frac{(h^2 + k^2)}{\alpha^2} + \frac{1}{c^2} \dots \dots \dots (1 - II)$$

. إذ $a=b\neq c$), المسافة بين مستويين بلوريين (d) معاملات ميلر

2-4-1-3 الحجم الحبيبي:

معدل الحجم الحبيبي يمكن حسابه باستخدام علاقة شيرر[17].

$$G.s = \left(\frac{K \times \lambda}{\beta \times \cos \theta}\right)$$

إذ: (β) عرض المنحنى عند منتصف القمة (Full width at half maximum) بالوحدات النصف قطرية (Radian).

 (θ) زاویة براك

(K) ثابت تشكل الشبكية (ثابت شرر) ويساوي (0.94)

(λ) الطول الموجى للأشعة

4-الخصائص الضوئية:

1-4 تحديد معامل الامتصاص:

يسمح لنا طيف النفاذية من تحديد معامل الامتصاص وكذلك معامل الإخماد للأغشية الرقيقة وذلك باستعمال علاقة (Beer) أو ما يسمى بقانون (Beer) والذي يعطى بالمعادلة ([14](2-II). $T=e^{-\alpha d}(2-II)$

حيث:

∞: معامل الامتصاص.

d: سمك الغشاء الرقيق

ويعطى الإخماد بالمعادلة(II) [21]:

$$K = \frac{\alpha \lambda}{4\pi} \tag{3 - II}$$

وبموجب العبارة النفاذية المعطاة في العلاقة (2-II)فإن معامل الامتصاص يمكننا من كتابة المعادلتين التاليتين [11-14]:

$$\propto = -\frac{1}{d} \ln \left(\frac{100}{T(\%)} \right) (4 - II)$$

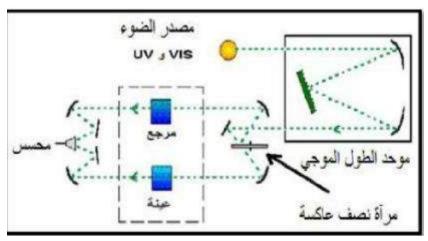
$$\propto = 2.303 \frac{A}{d} \qquad (5 - II)$$

حيث:

A: الأمتصاصية .

4-2- التحليل الطيفى لأشعة فوق البنفسجية-المرئية:

وفقا لطول الموجي يتم تقسيم الطيف إلى عدة مجالات : فوق البنفسجية والمرئية , تحت الحمراء و الميكرويف وفي هذه الدراسة نستخدم تقنية قياس طيف الضوئي في مجال الأشعة فوق البنفسجية وفي مجال المرئي بحيث تعتمد هذه التقنية على تفاعل الضوء مع العينة المراد تحليلها .إذ أن جزء من الشعاع الساقط يمتص أو ينفذ عبر العينة, عندما تمتص المادة الضوء في الأشعة فوق البنفسجية والضوء المرئي فإنحا ستسبب اضطرابات في البنية الإلكترونية للطبقة الرقيقة , مما يؤدي إلى انتقال الإلكترونات من مستوى طاقة أقل إلى مستوى طاقة أعلى حيث تقع هذه التحولات في المجال المرئي 350nm 800nm والأشعة فوق البنفسجية هي الشكل (13).



الشكل (12-II): يوضح التمثيل التخطيطي لتحليل الطيفي في المجال فوق البنفسجي والمرئي [16].

عند مرور حزمة ضوئية (لها عدة أطوال موجية) عبر موحد الطول الموجي لتخرج حزمة ضوئية لها طول موجي وحيد حيث توجه نحو مرآة نصف عاكسة لتقسم حزمة الفوتونات إلى حزمتين , واحدة تمر عبر العينة المراد الكشف عنها والآخرة تمر عبر مرجع يكون من زجاج , بعد ذلك توجه نحو لاقط الموصول بجهاز كمبيوتر ليترجم النتائج المتحصل عليها على شكل منحنيات بواسطة برنامج كما هو مبين في الشكل (14)[16].



الشكل (11-11) : جهاز التحليل الطيفي [16].

3-4-النفاذية:

تعرف النفاذية (T) على انها النسبة بين شدة الإشعاع النافذ (I_0) عبر الركيزة إلى الشدة الابتدائية للإشعاع الساقط (I_0) على الركيزة , وتعطى وتحسب بالعلاقة التالية :

$$T_{\lambda} = \frac{I_T}{I_0} (6-II)$$

. النفاذية : T_{λ}

I_T : شدة الاشعاع النافذ.

I₀ : شدة الاشعاع الساقط.

يعتمد طيف النفاذية بشكل كبير على مقدار المستويات الطاقية الذي يرتبط بدوره بالتركيب الكيميائي والبلوري للمادة، وكذلك يعتمد طيف النفاذية على عاملي السمك والتطعيم[50] .

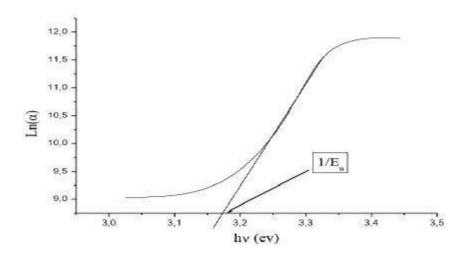
4-4-طاقة اورباخ:

تعتبر الطاقة من الثوابت المهمة التي تميز الخواص البصرية لطبقة الرقيقة, ووفقا لقانون هفاف فإن العلاقة بين الطاقة وطاقة اورباخ ومعامل الامتصاص يعبر عنها بالعلاقة [18]:

$$\propto = \propto exp\left(\frac{hv}{E_u}\right) \quad (7 - II)$$

كما يمكن أيضا التعبير عن الطاقة اورباخ وفقا لمعامل الامتصاص بالعلاقة[22]:

$$\ln \propto = \ln \propto_0 \left(\frac{hv}{E_u}\right) \qquad (8 - II)$$



الشكل(14-II): منحنى تغيرات (\propto) بدلالة السكل الشكل

4-5- تحديد عرض الفاصل الطاقى:

فجوة الطاقة المحرمة من أهم الثوابت الفيزيائية التي تعتمد عليها صناعة المركبات الإلكترونية . فمن خلال طيف النفاذية والذي يوافق قيم (hv) عبر كامل الطول الموجي للجهاز ومن ثم نستطيع رسم التغيرات بدلالة طاقة الفوتون الساقط فنحصل على منحني يمكن من حساب قيمة الفاصل الطاقة من خلال العلاقة التالية:[23].

 $(9 - II) \propto hv = B(hv - E_a)^{1/2}$

hv: طاقة الفوتون الساقط.

E_e: فجوة الطاقة المنوعة.

B: ثابت يعتمد على طبيعة المادة ونوع الانتقال.

6-4-الانعكاسة:

تعرف الانعكاسية (R) بأنها النسبة بين شدة الشعاع الساقط إلى شدة الشعاع المنعكس عند الحد الفاصل بين الوسطين , يمكن حساب الانعكاسية بموجب قانون حفظ الطاقة ومن خلال معرفة كل من النفاذية (T) والامتصاصية (A) كالأتي [38-49].

$$R+T+A$$
 $(10-II)$

4-7-الامتصاصية:

تعرف الامتصاصية (A) على أنها النسبة بين شدة الشعاع الممتص من قبل الغشاء (I_A) إلى شدة الإشعاع الساقط عليه (I_0), إذ تمثل النقصان الحاصل في طاقة الإشعاع الكهرومغناطيسي عند دخوله إلى وسط معين , تعتمد الامتصاصية على طبيعة وسمك شبه الموصل ,ويعبر عنها بالعلاقة التالية [37].

الخاتمة:

تضمن هذا الفصل على اهم التقنيات ترسيب الأغشية الرقيقة بأنواعها الفيزيائية والكيميائية، ومميزات وأهمية كل تقنية، إضافة إلى تقديم عرض لطرق معاينة الأغشية الرقيقة المحضرة من الأشعة السينية (XRD) وكذلكالاشعة البنفسجية والتي تمكن من اكتشاف الخواص البنيوية ,الضوئية .

قائمة مراجع الفصل الثاني:

[1] K. L., chopra,. S, Major and D. K. pandya (1983), "Thin SolidFilms", Vol (1),(102)p1

[2] ل .سقني ,تحديد خصائص أكسيد القصدير المطعم بالحديد, مذكرة ماستر أكاديمي , جامعة الوادي, الجزائر ,2017

[3] م . حزيز بلقاسم , دراسة الخصائص البنيوية والضوئية والكهربائية لأكسيد القصدير المطعم بالفلور المتوضع بتقنية الأمواج فوق الصوتية , مذكرة ماستر أكاديمي , جامعة الوادي ,الجزائر ,2014.

[4] A. Rahal, Elaboration des verres conducteurs par déposition de ZnO sur des verres ordinaries. Université d'El oued.2013

[5]SOUMIA BELHAMRI, Thése de magister ,"Elaborationetcaractérisationstructurale découchesmincessutioxy de d'étain SnO2", Ecole Normale Supérieure de l'enseignement T echnologique d'Oran, 2011

- [6] Technologie Des Couches Minces « Httppero. Wanadoo. Fr/Michel. Hubin / Physique / Couches / Chap Cm1 »
- [7] F. Ynineb, Contribution à l'élaboration de couches minces d'oxydes Transparents Conducteurs (TCO), Thése de doctorat, Université Constantine, 2010.

[8] عبيد , سعدية ,"دراسة ثلاثية الأبعاد للمقادير الكهربائية فيجهاز الرش المهبطي المغنطروني باستعمال الطريقة الحجوم المنتهية". مذكرة ماجستر , جامعة قاصدي مرباح ورقلة ,2012 .

- [9] B.J.Lokhande, P. S. Patil, M. D, Uplane, Depositio no fhig hlyoriented ZnO films by spray pyrolysis and their structural, optical and electrical characteization, Materials Letters, hydrogene. These de Doctorat, Paris 7 (1988). vol. 57,p573-579.(2002).
- [10] Yan-mei Jiang, Thése de Doctorat , **Pulvérisation cathodique assisteé par ordinateur**, Thése de doctorat , Université de Paris-Sud (1992).
- [11] I. W. LENGGORO, Y. C.KANG, T. KOMIYA, K. OKUYAM AandN. TOHGE, "Formation of Submicron Copper Sulfide Particles Using Spray Pyrolysis Method", J. Appl. Phys, vol37, p L288-L290, (1998).
- [12] D. Tainoff, Influence des Défauts sur les Propriétés Optiques et Electroniques de Nanoparticules de ZnO, thése de doctorat, université de Claude Bernard-Lyon 1, 2009.

[13] عبد الفتاح الشاذلي ,"فيزياء الجوامد" , الطبعة الاولى , الدار العربية للنشر والتوزيع , مدينة نصر (2003).

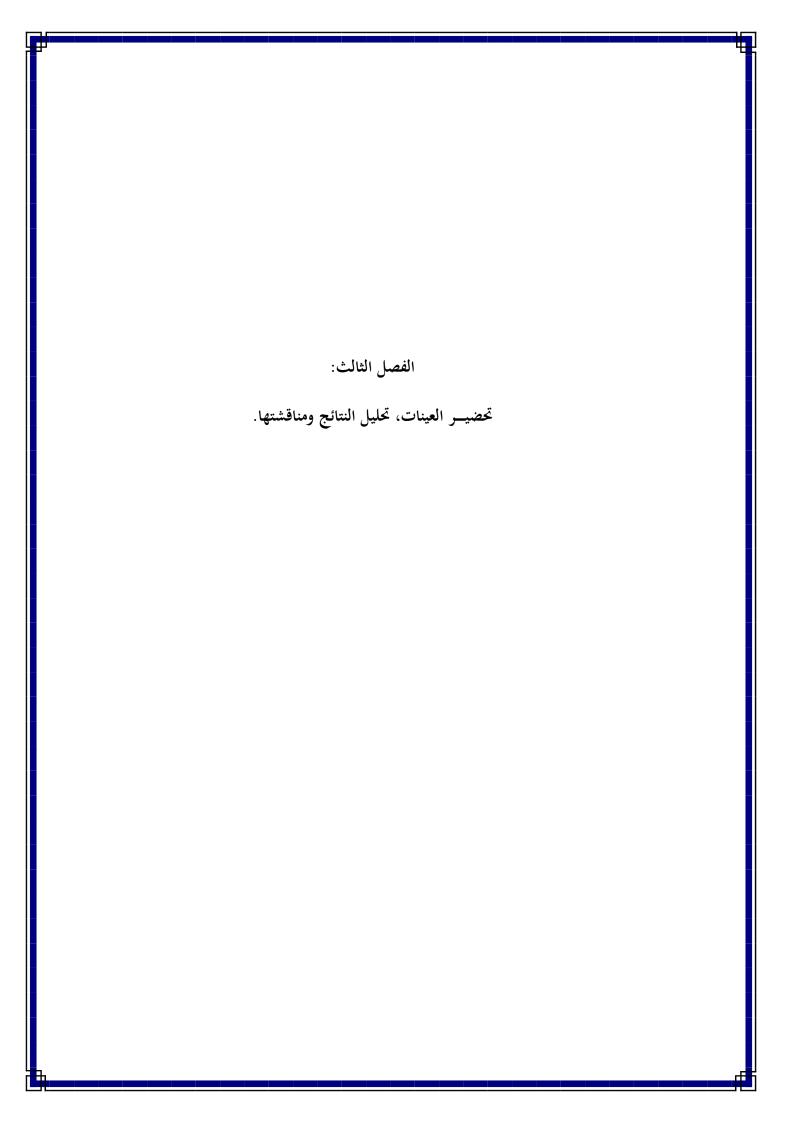
[14] H. Moualkia, S. Hariech, M. S. Aide, Stuctural and optical properties of C dS thin films.

- [15] م. نصر الدين , الأشعة السينية وبعض تطبيقاتها , الهيئة العربية للطاقة الذرية , تونس , 2008 .
- [16] آمنة هاني , لحديد خصائص أغشية أكسيد القصدير(SnO2) المطعم بالليثيوم (Li) , مذكرة ماستر اكاديمي, جامعة الوادي ,2016 .
- [17] O. Anazia" Chemistry of Zirconia and Its Bio analytical Applications M.Sc. Thesis & Specialist Projects. Western Kentucky University, 127,(2009).
- [18] S. SAGADEVAN, J. PODER, "Optical and Electric al properties of nanocristalline SnO2 thin films synthesized by chemical bath deposition nmethod", soft nanoscience letters, vol.5,p.55-64, (2015).
- [19] K. F. Konan, B. Hartitil, B. Aka, A. Ridah, K. Dakhsi, Y. Arba Et P. Thevenin, "Propriétés Structuraies Et Optiques De Couches Minces D'oxyde De Zinc (ZnO) Texturées (002) Par Voie Sol-Gel Via Spin-Coating", Afrique Science, Vol06(1), 29-37,(2010).
- [20] R. Kareem Ismail AL ageedie, study the Effect of Thickness and Annealing on the Structural and Optical Properties of $ZnFe_2O_4$ Films Prepared by Chemical Spray Pyrolysis Method, A Thesis Submitted to the Council of College of Science University of Diyala in Partial Fulfillment of the Degree of M.Sc.in Physics, 2012.
- [21] F. Yakuphanoglu, S. Ilican, M. Caglar, Y. Caglar, Y. Caglar, the determination of the optical band and optical constant of non-crystalline ZnO thin films deposited by spray pyrolysis, J. Optoelectronics and Advanced material, Vol. 9, No. 7, 2007, P. 2180-2185.
- [22] S .Hriech,"Elaboration et caractérisation des couches minces de sulfure de cadmium (CdS) preparespar bain chimique (CBD)",Thése de magister , Univ Constantine.2009.
- [23] R. Jurgen, Meyer-Arendt, "Introduction To Classical And Modem Optics, Fourthedition", Published By Prentice-Hall Inc, (1995)
- [24] C. MAZON, J. Muci, A. Sa-Neto, A. Ortiz—Conde, "Spray pyrolysis of ZnO thin films for photovoltaic applications: effect of gas flow rate and soluteconcentration", Photovoltaic Specialists Conference, vol2, p1156 1161, (1991).
- [25] A. Mosbah, Elaborationet caractérisation decouchesminces d'oxide de Zinc, these doctorat, Université de Constantine, 2009.
- [26] A. Benzagouta ,Thése de doctorat , Effet de la stoechiométrie sur les proprieties structurelles , dynamiques et électroniques des systémes Si-C, etude par la dynamique moléculaire. Université de Constantine(2004).
- [27] F.khenatcha, étude des couches minces du trioxyde de bismuth Bi2o3 élaborées par la technique de pulvérisation chimique . ecole normale supérieure de l'enseignement technologique d'oran, 2011.

- [28] P.Iman, Synthesis and characterization of Fe-Ni-Co doped ZnO diluted magnetic semiconductor, doctorate thesis, University Shimla-171005,2012.
- [29]S. Tricot «Comparaisondesprocédés d'ablation parfaisce au la seret par faisce au d'électrons pour la croissance de couches minces», Thése de Doctorat, université d'orléans, (2008).
- [30] Aicha CHENNOUFI, Thése de magister," L'effet de la molarité et de la température du substrat sur les propriétés des couche minces d'Oxyde d'Indium déposées par spray Ultrasonique. Université Mohamed Kheider—Biskra.2012
- [31] D. VAUFREY, "Réalisation d'OLED à émission par la surface Optimisation de structures ITO /semiconducteurs organiques, Thése de doctorat", UMR CNRS 5512, (2003).
- [32] M. Othmane ,Dépôt et caractérisation des couches minces d'oxyde de Zinc par spray pyrolyse Ultrasonique , Mémoire de Magister , Université Mohamed kheider-Biskra,2010.
- [33] Mr. SaidBENRAMACHE, Thése de Doctorat, "Elaboration et caractérisation des couchesmincesde ZnO dopéescobalt et indium" Université Mohamed Khider—Biskra. 2012.
- [36] B. D. Cullity, Element of X-raf Diffraction, Second, Addition, Addition Wisely, London, 1978.
- [37] B. G.Yacobi, "Semiconductor Materials", Kluwer Academic Publishers, New York, (2004).
- [38] M.Fox, "Optical Properties of Solide", Oxford University Press Inc., New York, (2001).
- [39] T. Maruyama, and T. Kanagawa, "Electrochromic Properties of Niobiu Oxide Thin Films Prepared by Chemical Vapor Deposition", Journal of the Electrochemical Society, vol. 32, no. 9, P.155-157, (2009).
- [40] T. T. John, K. P. Vijayaknmar, C. S.Kartha, Y. Kashiwaba and T. Abe, "Effect of variation of Indium on structural and optical properties of Indium Sulfide thin films", IEE Explore, vol. 32, no. 9, P. 155-157, (2009).
- [41] D.Franta, and B.N.Scu,"Optical properties of NiO thin films prepared by pulsedLaser deposition technique", Journal of applied surface science, vol. 244, no.1, p. 426,(2005).
- [42] A. Nakaruk and C. Sorrell," Conceptual model for spray pyrolysis mechanism fabrication and annealing of titania thin films", Journal of Coatings Technology and Research, vol. 7,no. 5,pp. 655-676, (2010).
- [43] S.H. Jeong, J.W.Lee, S. B. Lee, J. H.Boo, "Deposition of aluminum doped zincoxide films by RF magnetron sputtering and study of their structural, electrical and optical properties", Thin solid films ,435,(2003) 78-82.

- [44] S. Major, A. Banerjee, and K. Chopra,"Highly transparend and conducting indium-doped zinc oxide films by spray pyrolysis ",Thin Solid Films, vol.108,no. 3,pp. 333-340, 1983.
- [45] E.Chen,"Thin FilmDeposition", Applied Physics 298r, Harvard University, (2004).
- [46] G. Huertas, Etude des nouveaux matériaux d'électrode positive et d'électrolyte solide vitreux sous forme des couches minces pour micro batteries au Lithium, Thése Doctorat, 2006.
- [47] G. Blandenet, M. Court, and Y. Lagarde,"Thin layers deposited by the pyrosolprocess",Thin Solid Films,vol. 77, no. 1-3,pp. 81-90,1981.
- [48] M.Fox,"Optical Properties of Solide",Oxford University Press Inc, New York,(2001).
- [49] I.Abdulah Zgair Taha,"Preparation and Characterization of Delafossite CuFe TCOThin Films by UsingSPD Technique",M.Sc.thesis,Physics Science, University of Kufa,(2014).

[50] س. م. ه. الجواد أ.س. صابر, أ. ك. الطايف, تأثير التشويب على الخواص التركيبة, البصرية والتحسسية لأغشية ثنائي أكسيد القصدير نانوية التبلور, مجلة الهندسية والتكنولوجيا, مجلد 34, الجزء (B), العدد 2009,14.

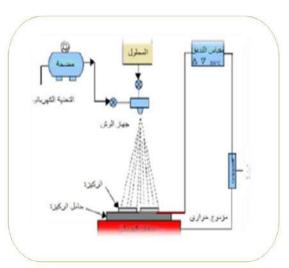


1-تھید:

يتضمن هذا الفصل الجانب التجريبي حيث نقدم وصفا موجز التحضير أغشية رقيقة من أكسيد الكوبالت محضرة بشروط تجريبية حيث سنركز على تغيير كل من تركيز المحاليل وزمن الترسيب ثم المقارنة بينهما من ناحية الخواص الضوئية المتمثلة في تحديد كل سمك العينات، النفاذية الضوئية، قيمة الفجوة الممنوعة، طاقة أورباخ، معامل الامتصاص، معامل الخمود ومعامل الانكسار.

2- منظومة رذاذ الانحلال الحراري:

تم إجراء العمل التجريبي في مخبر الإشعاع و البلازما فيزياء السطوح (LRPPS) بجامعة قاصدي مرباح ورقلة من أجل تحضير أغشية أكسيد الكوبالت النقي بتقنية رذاذ الانحلال الحراري، يوضح الشكل (1.3) منظومة الرش الكيميائي الحراري .



الشكل (1.3): منظومة الرش الكيميائي الحراري [1].

2-2-وظيفة العناصر الرئيسية لتركيب التجريبي:

- ✓ حامل الركيزة: و هو عبارة عن لوحة توضع فيها القواعد الزجاجية, بحيث يسخن الحامل بواسطة مفعول جول،
 كما يمكن التحكم في درجة الحرارة بواسطة جهاز منظم لدرجة الحرارة التي يتصل بما المزدوج الحراري.
 - ✓ المرذاذ: هو جهاز يقوم بتحويل المحلول المضغوط بالهواء إلى رذاذ.
 - ✓ منظم درجة الحرارة: يعمل على حفاظ درجة الحرارة المختارة على سطح الركيزة.
 - ✓ السخان الكهربائي: يعمل على رفع درجة حرارة القواعد الزجاجية إلى الدرجة المطلوبة.
 - ✓ الضاغط الهوائي: يعمل على دفع المحلول إلى المرذاذ[1].

2-3-ترسيب الأغشية الرقيقة بتقنية رذاذ الانحلال الحراري:

تم ترسيب أغشية رقيقة لأكسيد الكوبالت النقي على ركائز زجاجية باستخدام تقنية الرش بالانحلال الحراري (Spray Pyrolysis)، حيث استخدم كلوريد الكوبالت CoCl2 .6H2O الذي يكون على شكل مسحوق ذو لون أرجواني كمصدر لأيونات الكوبالت.

تكمن الآلية التي تستند عليها هذه التقنية لتشكيل الأغشية في الحالة النقية، في ارتباط شوارد الكوبالت مع شوارد الأكسجين الموجودة في الهواء ، يليه التوضع على سطح الركيزة الزجاجية و الذي يعتمد على درجة حرارة الركيزة و من هنا يحدث الترسيب للأغشية.

كما تعتمد هذه التقنية في الرش على عدة عوامل نذكر منها:

- ✓ أنواع المواد الأولية.
- ✓ نوع الركيزة الزجاجية.
 - ✓ معدل الترسيب.
 - ✓ درجة حرارة الركيزة.
- ✓ بعد الركيزة عن جهاز الرش.

3-3-تحضير الأغشية الرقيقة:

تمر عملية تحضير الأغشية الرقيقة بالمراحل الآتية:

- توفير المصادر المطلوبة.
- تهيئة الركائز الزجاجية.
- تحضير المحاليل الكيميائية
- ترسیب المواد المطلوبة على الركائز الزجاجیة.

1-3المواد الكيميائية المستعملة في تحضير محلول أكسيد الكوبالت:

الجدول (1.3): يوضح المواد الكيميائية المستعملة في تحضير محلول أكسيد الكوبالت.



- cobalt : کلورید الکوبالت السداسي: chloride hexahydrate
 - ✓ الصيغة الجزيئية: CoCl₂ .6H2O
 - ✓ الكتلة المولية: 237.93g/mol
 - √ الكثافة: 1,920 g/cm³
 - √ نقطة الانصهار:°56 C



2. الميثانول:Méthanol

- √ الصيغة الجزيئية: CH3OH
- √ الكتلة المولية:32.04g/mol
 - √ الكثافة:0.792g/cm³
 - √ نقطة الانصهار: 97.6°C-



3. حمض الخل: Acetic acid

- ✓ الصيغة الجزيئية: CH₃COOH
 - √ الكتلة المولية: 60.05g/mol
 - √ الكثافة: 1.05g/cm³
 - √ نقطة الانصهار:16.6.

2-3-تميئة الركائز الزجاجية:

في دراستنا اخترنا استعمال قواعد زجاجية من نوع (2.3)، حيث أن اختيار نوعية الركيزة (CAT.NO.7105P)والموضحة في الشكل (2.3)، حيث أن اختيار نوعية الركيزة المناسبة يعد من أهم العوامل التي تساهم في نجاح عملية الترسيب، إلى جانب ذلك من الضروري الانتباه إلى أهمية تنظيف الركائز والعمل في جو معقم قدر الإمكان من أجل تجنب تلوث المحلول وللتخلص من الشوائب أيضا[1].



الشكل(2.3):الركائز الزجاجية المستخدمة.

2-2-3 تنظيف الركائز:

يعتبر تنظيف الركائز من الخطوات المهمة التي تساعد في عملية الالتصاق الجيد على شكل أغشية رقيقة وسمك موحد ويكون ذلك من خلال إزالة الدهون وآثار الغبار وخلوها من الخدوش[1]، وتتمثل عملية التنظيف في الخطوات التالية:

- ✓ غسل القواعد الزجاجية بالماء المقطر جيدا لمدة 10 دقائق.
- ✔ تنظيف القواعد الزجاجية بمحلول ميثانول بمدف إزالة الدهون والشوائب العالقة على سطح القواعد الزجاجية.
 - ✔ تغمر القواعد الزجاجية في بيشر يحتوي على مادة الأسيتون لمدة 15 دقيقة لإزالة أي أثر على القاعدة.
 - ✔ تجفف القواعد الزجاجية باستخدام مجفف كهربائي مع تجنب اللمس المباشر لعدم تلويثها.

3-3-تحضير محلول أكسيد الكوبالت النقى:

من أجل تحضير محلول أكسيد الكوبالت لترسيبه كأغشية رقيقة قمنا بداية بقياس كتلتين مختلفتين M=237.93 g/mol ذو الكتلة المولية $CoCl_2$. $6H_2O$: الزنك: $CoCl_2$. $6H_2O$: والتينتحصل عليها انطلاقا من العلاقة التالية:

 $M_{CoO}=M.C.V(1-III)$

حيث:C:تركيز المحلول يقدر با/v.1mol/l, كنجم المحلول ويقدر بـ 30ml.

بعد سحق كل كتلة في مهراس هاون(Hawn)نقوم بإذابتها بإضافة (20 ml)من الماء المقطر و (ml10)من الميثانول، ثم نضع المحلول على خلاط مغناطيسي لمدة 30 د لتسريع عملية الذوبان، وبعد15 دقيقة نقوم بإضافة قطرات من أسيتيك أسيد للمحلول من أجل تسريع التفاعل وانحلال المادة.

3-3-1-الشروط التجريبية لتحضير غشاء رقيق من أكسيد الزنك النقى:

بعد انجاز الخطوات السابقة يتم الحصول على المحلول النهائي للترسيب ومن أجل القيام بمذه العملية يجب ضبط عدة شروط أهمها.

- تثبیت درجة الحرارة عند °400C.
- حجم المحلول الابتدائي المستعمل (V=30 ml=0.03 1)

- تركيز المحلول (C=0.1 mol/l)و (0.2 mol/l)
 - يثبت زمن الترسيب عند 5min و 5min.
 - المسافة الفاصلة بين المرذاذ والركيزة قدرها 12cm

3-4-ترسيب أغشية أكسيد الكوبالت بتقنية رذاذ الانحلال الحراري:

نقوم بوضع الركيزة على المسخن الكهربائي و تسخن تدريجيا انطلاقا من درجة حرارة الغرفة وصولا لدرجة حرارة الطلوبة (°400C), في هذا العمل سنركز على دراسة كل من تغيير في تركيز المحاليل حيث نثبت التركيز عند 10-20) و تغيير زمن الترسيب عند min و min و min مباشرة يبدأ المرذاذ بعملية الرش والحركة في نفس الوقت ذهابا و إيابا ليقوم بمسح كل سطح القاعدة الزجاجية إلى غاية توقف العداد الزمني عند الوقت المراد و هو min و min و min و min و بعد انتهاء عملية الترسيب يغلق السخان الكهربائي و تترك الركيزة فوقه حتى تصل إلى درجة حرارة الغرفة للسماح للأغشية المرسبة بإكمال عملية الأكسدة و النمو البلوري و لتجنب كسر الركيزة الزجاجية بسبب الفرق في درجة الحرارة.

4-طرق معاينة الأغشية الرقيقة:

في هذا العمل سنركز على دراسة الخصائص البصرية لأغشية الكوبالت النقي المترسبة عن طريق رذاذ الانحلال الحراري بتغيير كل من زمن الترسيب وتركيز المحلول الابتدائي ومن ثم إجراء مقارنة بين النتائج. تم معاينة هذه الأغشية المرسبة بالاعتماد على التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية المرئية (UV-VIS Spectrophotometer).

5- تحليل النتائج و مناقشاها:

5-1-حساب سمك الأغشية:

تم حساب سمك أغشية أكسيد الكوبالت النقي المحضرة عند كل من الشروط التجريبية (C=0.1 Mol; T=20) و(min)و (min)هذا بالاعتماد على قياس الميزان الحساس ، حيث قمنا بوزن الركيزة الزجاجية قبل و بعد عملية الترسيب و بالاعتماد على العلاقة التالية :

$$d = \frac{\Delta m}{\rho s} \tag{2.1}$$

حيث d سمك الأغشية، Δm هو فرق الكتلة قبل و بعد الترسيب، ρ : كثافة الغشاء، s: مساحة سطح الغشاء. تم تحديد سمك الغشاء، والقيم المتحصل عليها موضحة في الجدول (2.3)

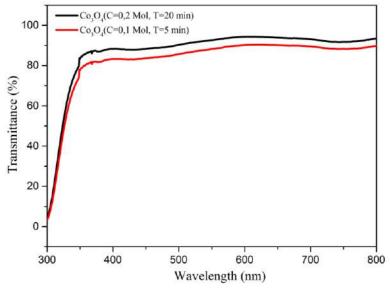
الجدول (2.3):قيم كل من سمك العينة، النفاذية، فجوة الطاقة الممنوعة، طاقة أورباخ، معامل الانكسار و معامل الخمود $C=0.2\ Mol$; $C=0.1\ Mol$; $T=20\ min$) و ($T=5\ min$).

أكسيد الكوبالت المحضر عند	أكسيد الكوبالت المحضر عند	
الشروط:	الشروط:	
(C=0.2 Mol ; T=5 min)	(C=0.1 Mol ; T=20 min)	
185	188	$d\left(\mathrm{nm} ight)$ سمك العينات
92.87%	88.32%	النفاذية الضوئية (T) عند (550nm)
3.97	3.94	$E_g(\mathrm{eV})$ فجوة الطاقة الممنوعة
292	295	$E_u({ m meV})$ طاقة أورباخ
1.71	1.73	معامل الانكسار (n) عند (550nm)
6.81.10 -4	3.73.10 -4	معامل الخمود(k) عند (550nm)

2-5-الخصائص الضوئية:

5-2-1 طيف النفاذية الضوئية:

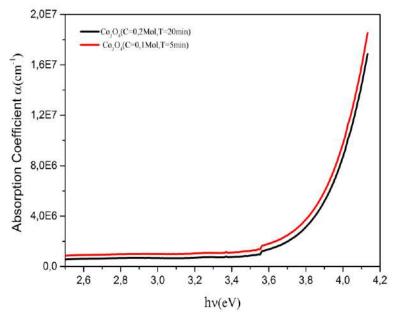
يوضح الشكل (3.3)طيف النفاذية الضوئية بدلالة الطول الموجي المتغير ضمن المجال (300-800)لأغشية الكوبالت النقي و المحضر عند الشروط التجريبية (C=0.1 Mol; T=20 min) و (C=0.1 Mol; T=5 min) عند وجدنا بأن هذه الأغشية المرسبة تتمتع بشفافية عالية تتراوح بين 88.32% و88.32% منطقة الطيف المرئي عند (550nm) من هنا نستنتج أن أغشية أكسيد الكوبالت المحضرة عند (C=0.2 Mol; T=5 min) تعطي شفافية أحسن عند المجال المرئي. بينما لاحظنا أن النفاذية تبدأ بالانخفاض وبصورة سريعة في منطقة الطيف الفوق البنفسجية تحديدا عند الأطوال الموجية المحصورة بين (360 nm -300) و الموافقة لمنطقة حافة الامتصاص لأساسية و التي من خلالها تنتقل الإلكترونات مباشرة من عصابة التكافؤ إلى عصابة النقل [2].



C=0.1 الشكل (3.3): طيف النفاذية الضوئية الفوتون للأغشية أكسيد الكوبالت النقي و المحضر عند الشروط التجريبية (C=0.2~Mol ; T=5~min).

2-2-5 معامل الامتصاص

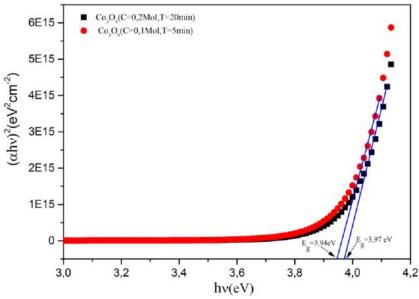
يوضح الشكل (4.3) تغير معامل الامتصاص (α) كدالة لطاقة الفوتون (α) لأغشية أكسيد الكوبالت النقي و يوضح الشكل (α) الامتصاص عند الشروط التجريبية (α) تلاحظ ان معامل (α) الأعشية أكسيد الأحظ ان معامل الامتصاصي زداد تدريجيا مع زيادة طاقة الفوتون ثم يزداد بشكل اسرع في مدى الطاقة (α) هذا ما يثبت الامتصاصي زداد تدريجيا مع زيادة طاقة الفوتون ثم يزداد بشكل اسرع في مدى الطاقة (α) هذا ما يثبت الامتصاصي زداد تدريجيا مع زيادة طاقة الفوتون ثم يزداد بشكل اسرع في مدى الطاقة (α) هذا ما يثبت الامتصاصي زداد تدريجيا مع زيادة طاقة الفوتون ثم يزداد بشكل المروط التجريبية (α) معامل المتصاص أقل من أغشية أكسيد الكوبالت المحضرة عند الشروط التجريبية (α) عامل (α) تعطي معامل امتصاص أقل من أغشية أكسيد الكوبالت المحضرة عند الشروط التجريبية (α) المتعامل (α) عامل استغلال هذه النتائج و استخدامها كالخلايا شمسية (α)



الشكل (4.3): منحنى تغيرات معامل الامتصاص كدالة لطاقة الفوتون للأغشية أكسيد الكوبالت النقي و المحضر عند الشروط التجريبية (C=0.1 Mol; T=5 min)و (C=0.2 Mol; T=5 min).

3-2-5 فجوة الطاقة المنوعة:

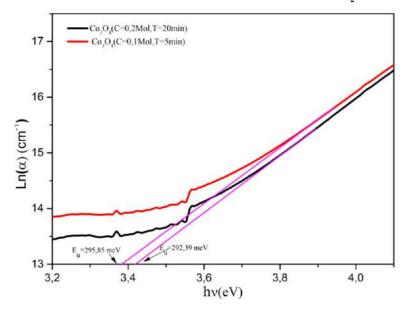
C=0.1) تعيم فجوة الطاقة الممنوعة للأغشية أكسيد الكوبالت النقي و المحضر عند الشروط التجريبية (C=0.2~Mol; T=5~min) (C=0.2~Mol; T=5~min) (C=0.2~min) (C=0.2~min) (C=0.2~min) (C=0.2~min) (C=0.2~min) كدالة لطاقة الفوتون (C=0.2~min) (C=0.2~min) (C=0.1~min) (C=



الشكل (5.3): منحنى تغيرات $(\alpha \text{ hv})^2$ كدالة لطاقة الفوتونللأغشية أكسيد الكوبالتالنقي و المحضر عند الشروط ($C=0.2 \text{ Mol} \; ; T=5 \text{ min}$).

4.2.5-3. طاقة أورباخ:

تم حساب طاقة أورباخ و ذلك بأخذ مقلوب قيمة ميل الخط المستقيم لمنحنى الميرات ($(Ln(\alpha))$) كدالة لطاقة الفوتون ($(Ln(\alpha))$) كما هو مبين في الشكل ((6.3)). القيم العددية لطاقة ذيول أورباخ للأغشية أكسيد الكوبالتالنقي و المحضر عند الشروط التجريبية ((5.3)) ((5.3)) و((5.3)) و((5.3)) موضحة في الجدول ((5.3)) إذ نجد أن المسروط التجريبية ((5.3)) أعلى قيمة لطاقة أورباخ كاتن من أجل شرائح رقيقة لأكسيد الكوبالت محضرة عند الشروط التجريبية ((5.3)) المادة ((5.3)) و كانت مساوية ل(5.3) مساوية لي عود سبب تغيير قيمة طاقة أوربا خبمدى وجود العيوب البلورية في المادة و هذا يرجعا أساسا إلى الكيفية التي حدث فيها نمو للشبكة البلورية أثناء عملية الترسيب [(5.3)].



الشكل (6.3): منحنى تغيرات (α) كدالة لطاقة الفوتون للأغشية أكسيد الكوبالت النقي و المحضر عند الشروط $(C=0.2 \ Mol; T=5 \ min)$ و $(C=0.1 \ Mol; T=20 \ min)$.

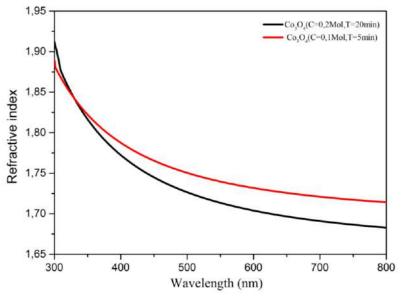
5.2.5.3. معامل الانكسار:

تم تحديد معامل لانكسار (n)استنادا إلى العلاقة التالية:

$$n = \sqrt{\frac{1+R^2}{1-R^2}}$$
 (2.3) منحنى تغير معامل الانكسار كدالة (7.3) منحنى تغير معامل الانكسار كدالة (7.3) منحنى الكورال الكورال المائة (ما المحروف عند الشوط المحروف المحرو

للطول الموجي للأغشية أكسيد الكوبالت النقي و المحضر عند الشروط التجريبية (C=0.1 Mol; T=20 min) و (C=0.2 Mol; T=5 min) أظهرت النتائج المتحصل عليها أنه عند منطقة الطيف الفوق بنفسجي يسلك معامل الانكسار قيم مرتفعة ثم تأخذ في الانخفاض إلى منطقة الطيف المرئي ،إن قيمة معامل الانكسار للأغشية أكسيد الكوبالت النقي و المحضر عند الشروط التجريبية السابقة الذكر عند الطول الموجي (550nm) والموضحة في الجدول (2.3) وجدت أنها مرتفعة من اجل الشرائح الرقيقة المحضرة عند الشروط التجريبية

(C=0.1 Mol; T=20 min)و كانت مساوية لـ1.73، يرتبط تغير قرينة الانكسارمباشرة بطبيعة سطح المادة المرسبة أو حيث تتأثر بسرعة انتشار الضوء خلال مروره على الغشاء الرقيق[6].

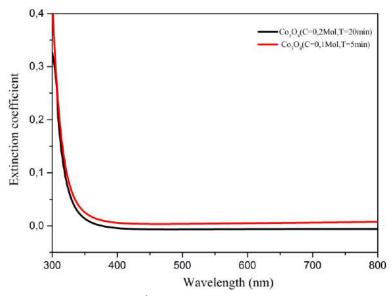


الشكل (7.3): منحنى تغيرات قرينة الانكساركدالة لطول موجة الفوتونللأغشية أكسيد الكوبالتالنقي و المحضر عند الشروط C=0.2~Mol; T=5~min).

6.2.5.3 معامل الخمود

الشكل (8.3) يبينتغير معاملا لخمود كدالة للطولا لموجيللأغشية أكسيد الكوبالتالنقي و المحضر عند الشروط التجريبية الشكل (C=0.1 Mol; T=20 min) و(C=0.1 Mol; T=20 min) أظهرت النتائج أنمعاملا لخمود يتزايد تدريجيا بتزايد طاقة الفوتون عند منطقة الطيف الفوق بنفسجي و هذا يدل على أن هناك زيادة الامتصاصية و بالتالي زيادة في معامل الخمود (k), ثميعقبذلك ثبات نسبي عند منطقة الطيف المرئي و منطقة تحت الحمراء القريبة . تم تحديد معامل الخمود الخمود ((k)) المتوسطعند الطول الموجي (550nm) المبينة في الجدول ((k)) وقد أظهرت النتائج أنه يساوي إلى (k)

الشرائح الرقيقة المحضرة عند الشروط التجريبية (C=0.1 Mol; T=20 min)، صغر قيمة هذا الأخير عند هذا المجال يدل على أن سطح العينات متجانس وأنه لا يعاني امتصاص معتبر في طاقة الفوتون الواردة[7].



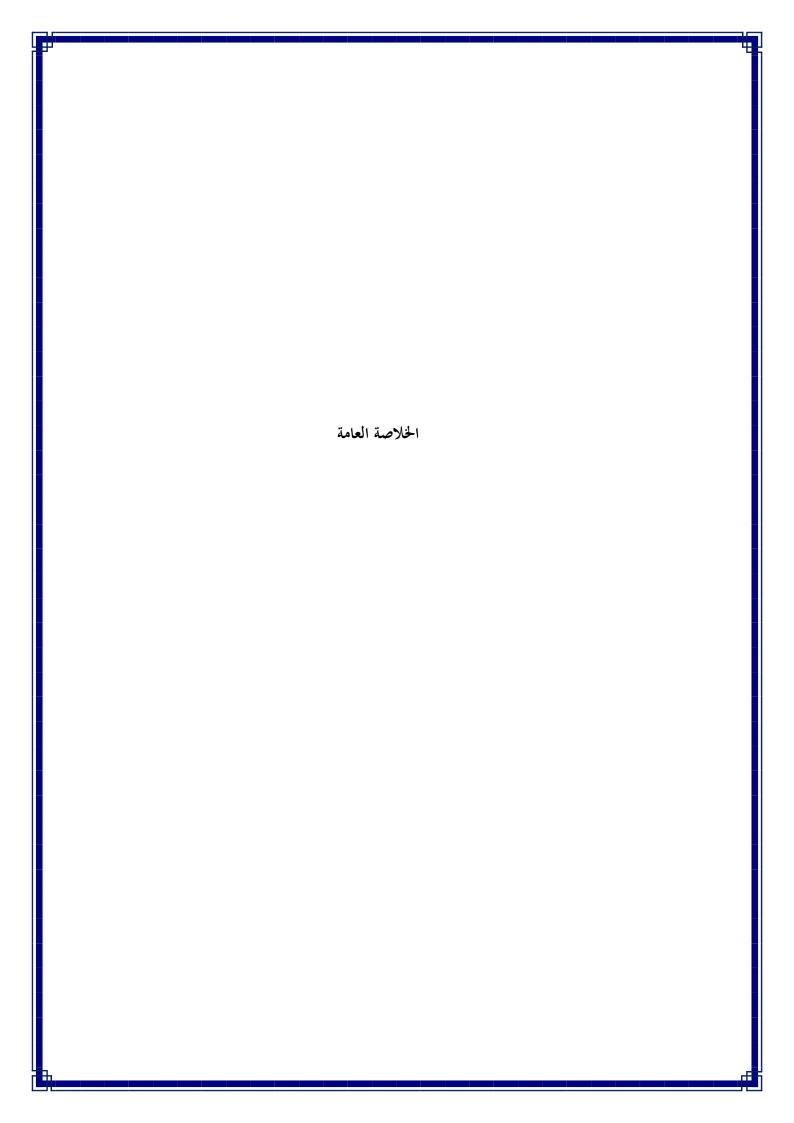
الشكل (8.3): منحنى تغيرات معامل الخمودكدالة لطول موجة الفوتونللأغشية أكسيد الكوبالتالنقي و المحضر عند الشروط الشكل (C=0.2 Mol; T=5 min) و (C=0.2 Mol; T=5 min).

6.3. الخاتمة:

تم خلال هذا الفصل التعرف على العمل التجريبي المستخدم لترسيب أغشية أكسيد الكوبالتالنقي و المحضر على العمل التجريبية (C=0.1 Mol; T=20 min) و(C=0.2 Mol; T=5 min) باستعمال تقنية رذاذ الانحلال الحراري، كما تطرقنا أيضا إلى معاينة هذه الأغشية بواسطة التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية - المرئية بغرض تحديد خصائصها الضوئية، حيث أظهرت لنا دراسة الخصائص الضوئية من خلال طيف النفاذية أن أغشية أكسيد الكوبالتالمحضر عند الشروط التجريبية (C=0.1 Mol; T=20 min) أعطت نفاذية عالية في المجال المرئي كما أظهرت قيم مقبولة لكل من فجوة الطاقة الممنوعة ، معامل الانكسار و معامل الخمود.

قائمة المراجع

- [1] بالطيب إبراهيم، دراسة الخواصالبنيوية المورفولوجية والضوئية لأغشية أكسيد الزنكالمطعمة بالنيكلبتقنية رذاذا الانحلالالحراري، مذكرة ماستر، جامعة ورقلة (2019).
- [2] ع.ح.عمران، ص.حسون عبود، بناء منظومة رش كيميائي حراريلتحضير المواد الصلبة على شكل أغشية رقيقة ودراسة الخواص الفيزيائية للمواد المحضرة، كلية العلوم جامعة الكوفة، (2010).
- [3] ط.أرفيس، الخصائص البنيوية والضوئية للطبقات الرقيقة لأكسيد الزنك المطعم بذرات النيكل والمحضرة بطريقة الطرد المركزي، مذكرة ماستر، جامعة محمد بوضياف المسيلة، (2018).
- [4] ل. سقني، تحديد خصائص أكسيد القصدير (SnO₂) المطعم بالحديد (Fe)، مذكرة ماستر، جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي، (2016).
- [5] ف. سعد الله، ح. صوالح احميمة، تحضير و دراسة الأغشية الرقيقة لأغشية كبريتيد الرصاص (PbS) المحضرة بطريقة الحمام الكيميائي، مذكرة ماستر، جامعة حمة لخضر الوادي، (2018).
- [6] ر. عبداللهمنيف، ر. عبدالوهابإسماعيل، ص.
 - محمد، دارسة الخواصالتركيبية والبصرية لغشاء أكسيدالزنكالرقيقنانو يالتركيببطريقة الترسيببالحمامالكيميائي، مجلة تكريتللعلومالصرفة، (1)18)، (2013)
- [7] م. ع. منصور، دراسة الخواصالتركيبية والبصرية لأغشية (ZnO:Cu) المحضرة بطريقة APCVD، المجلة الأردنية للفيزياء، العدد 103، المجلد 5 ص. 89، (2012).



الخلاصة العامة

تستعمل الأغشية الرقيقة في مختلف المجالات الصناعية من بينها صناعة الخلايا الشمسية والشاشات المسطحة. تعددت طرق توضع الطبقات الرقيقة لتنقسم إلى نوعين رئيسين: توضع الكيميائي في الطور البخاري وتوضع الفيزيائي في الطور البخاري.

في هذه المذكرة قمنا بدراسة تأثير تركيز المحاليل وزمن الترسيبحيث حضرنا محلول الكوبالت بتركيزين وزمن توضع مختلفين وزمن تابعد الخواص الخواص الضوئية C=0.2M, C=0.2M,

الفصل الأول كان بمثابة تمهيد للموضوع، تطرقنا فيه إلى تعريف أكسيد الكوبالت وأهم الخصائص الفيزيائية المتعلقة به، كما قمنا بدراسة بحثية حول الدراسات السابقة التي أجريت على أكسيد الكوبالت والكوبالت المطعم.

خصصنا الفصل الثاني لشرح طرق توضع الأغشية الرقيقة وطرق معاينة الأغشية الرقيقة.

قدمنا في الفصل الثالث شرح التقنية المستعملة في توضع الأغشية الرقيقة تقنية الرش الكيميائي الانحلال الحراري و مبدأ عمل الجهاز منظومة الرش الكيميائي الحراري مع توضيح خطوات العمل التجريبي. كما إستعرضنا النتائج المتحصل عليها بواسطة تحليل العينات التحليل الطيفي لأشعة فوق البنفسجية-المرئية حيث أظهرت النتائج دراسة الخصائص الضوئية من خلال طيف النفاذية أن أغشية أكسيد الكوبالتالمحضر عند الشروط التجريبية (C=0.1 Mol; T=20 min) أعطت نفاذية عالية في المجال المرئي كما أظهرت قيم مقبولة لكل من فجوة الطاقة الممنوعة ، معامل الانكسار و معامل الخمود.

ملخص:

في العمل الحالي ,قمنا بإعداد أغشية رقيقة موصلة وشفافة من أكسيد الكوبالت (CO_3O_4) بتركيز مختلفة من المحلول واوقات ترسيب (C=0.1mol T=20min) و (C=0.2mol T=5min) بتقنية رش الإنحلال الحراري على ركائز الزجاج يتم الحصول على هذه الافلام بدا من محاول Cobalt (II)chloride hexahydrate المذاب في الماء منزوع الايونات والميثانول , عند درجة حرارة الركيزة الثانية T=400 درجة مئوية .ينصب اهتماما على التحقيق في تركيز المحلول على الخصائص البصرية , مع أقصى الحذه الافلام .تم إجراء للإرسال المرئي للاشعة فوق البنفسجية .كانت الأغشية الرقيقة Co_2O_4 شفافة للغاية في المرئي مع أقصى نفاذية T=400 و T=10.2mol على التوالي على التوالي على التوالي على التوالي (T=10.2mol على التوالي على التوالي (T=10.2mol على التوالي (T=10.2mol على التوالي (T=10.2mol على التوالي

الكلمات المفتاحية:

الأغشية الرقيقة, أكسيد الكوبالت, تقنية الرش بالتحلل الحراري, الخواص البصرية

Abstract:

In the present work we prepared conducting and transparent thin films cobalt oxide(Co_3O_4) with different solution concentrations and deposition times (C=0.2M, T=5min and C=0.1M, T=20min) by pyrolysis spray technique on glass substrates. These films are obtained starting from solution of Cobalt (II) chloride hexahydrate ($CoCl_26H_2O$) dissolved in deionizedwaterand methanol, at substrate temperature fixed $T=400^{\circ}C$. Our interest is on the investigation of solution concentration on optical properties of these films. The optical films characterization was carried out by the UV-Visible transmission. Co_3O_4 thin films werehighly transparent in the visible with the maximum transmittance 88.32%, 92.87% and the optical band gapwas found between 3.94 and 3.97 eV for (C=0.2M, T=5min and C=0.1M, T=20min), respectively.

Keywords:

thin film, cobalt oxide, pyrolysis spray technique, the optical properties.