



جامعة الموصل
كلية التربية للعلوم الصرفة

دراسة نظرية تجريبية لكفاءة الحماية من الإشعاع في بعض أنواع زجاج السيارات

محمود طه محمد صالح

رسالة ماجستير

الفيزياء

بإشراف

الأستاذ

الدكتور مشتاق عبد داود الجبوري

٢٠٢٦م

١٤٤٧هـ

الخلاصة

تم في هذه الدراسة تقييم وتحسين كفاءة الحماية من الإشعاع لزجاج النوافذ الأمامية في بعض أنواع السيارات، وذلك بدراسة معاملات التوهين الأساسية للعينات (S1~S4) وهي معامل التوهين الخطي (LAC) ومعامل التوهين الكتلي (MAC) وطبقة نصف القيمة (HVL) وطبقة عُشر القيمة (TVL) والمسار الحر المتوسط (MFP) وكذلك عامل النفاذية (TF) وكفاءة الحماية الإشعاعية (RPE) بالإضافة إلى العدد الذري الفعّال (Z_{eff}) والكثافة الإلكترونية الفعّالة (N_{eff}) إذ تم حساب تلك المعاملات تجريبياً وأجريت قياسات امتصاص أشعة كاما باستخدام كاشف NaI(Tl) والمصادر المشعة (^{241}Am , ^{226}Ra , ^{137}Cs) وللطاقات (0.06, 0.186, 0.242, 0.295, 0.352, 0.609, 0.662) MeV وأظهرت قيم (LAC) و (MAC) انخفاضاً مع زيادة الطاقة، إذ تتراوح قيمها بين $0.477\text{--}0.168\text{ cm}^{-1}$ و $0.203\text{--}0.073\text{ cm}^2/\text{g}$ على التوالي أما قيم (HVL) و (TVL) و (MFP) فتزداد مع زيادة الطاقة وتتراوح قيمها بين $1.47\text{--}4.12\text{ cm}$ و $4.82\text{--}13.7\text{ cm}$ و $2.09\text{--}5.95\text{ cm}$ على التوالي وكما أظهرت قيم (TF) ارتفاعاً وقيم (RPE) انخفاضاً مع زيادة الطاقة وتتراوح بين % (78.78-91.95) و % (21.22-8.05) على التوالي أما (Z_{eff}) و (N_{eff}) فتقل مع ارتفاع الطاقة تدريجياً في المدى الطاقى (0.06-0.186) MeV ثم تستقر قيمها مع تغيرات طفيفة في المدى الطاقى (0.186-0.662) MeV وتتراوح بين (8.478-7.78) و (3.115-3.002) وعلى التوالي. أُجري فحص (EDX) لتحديد النسب الوزنية للعناصر المكونة للعينات الزجاجية، إذ بينت النتائج أن جميع العينات تتكون من العناصر الآتية (O, C, Na, Mg, Si) وبنسب متفاوتة قليلاً وبتطبيق مبدأ أرخميدس في الطفو تم قياس كثافة العينات، إذ تتراوح بين $2.282\text{--}2.388\text{ g/cm}^3$ واستُخدم برنامجي Phy-X و XCOM في الحسابات النظرية وكان هناك توافق جيد مع النتائج التجريبية.

ومن جهة أخرى تم ترسيب غشاء رقيق من أكسيد الزنك ZnO بطريقة التحلل الحراري الكيميائي بالرش على سطح العينة S1 ومن خلال فحص (XRD) تم التأكد من تكوّن طور بلوري سداسي لأوكسيد الزنك (ZnO) وبمعدل حجم بلوري 18.165 nm وكشفت صور (SEM) عن تجانس غشاء ZnO وتوزيع الحبيبات النانوية ذات الأشكال الكروية وبمعدل قطر 27.775 nm وتم تجريباً قياس معاملات التوهين

للحالة (S1) بدون ترسيب الغشاء وللحالة (S1+ZnO) بعد ترسيب الغشاء وأظهرت النتائج تحسناً ملحوظاً في قيم معلمات التدريع بعد ترسيب غشاء أكسيد الزنك ZnO عند الطاقات المنخفضة والمتوسطة وبشكل محدود عند الطاقات العالية إذ ازدادت قيم معامل التوهين الخطي (LAC) ومعامل التوهين الكتلي (MAC) مما أدى إلى انخفاض قيم (HVL) و (TVL) و (MFP) وانخفاض عامل النفاذية (TF) وارتفاع كفاءة الحماية الإشعاعية (RPE) كما احدث ترسيب غشاء ZnO فرقاً في زيادة قيمة العدد الذري الفعال (Z_{eff}) والكثافة الإلكترونية الفعالة (N_{eff}) ولاسيما عند الطاقات الواطئة (0.06-0.186) MeV.

Abstract

In this study, the radiation protection efficiency of windshield glass in some car models was evaluated and improved by studying the basic attenuation coefficients of the samples (S1~S4), namely the linear attenuation coefficient (LAC), mass attenuation coefficient (MAC), half-value layer (HVL), tenth-value layer (TVL), mean free path (MFP), transmittance factor (TF), radiation protection efficiency (RPE), effective atomic number (Z_{eff}), and effective electron density (N_{eff}). These coefficients were calculated experimentally, and gamma-ray absorption measurements were performed using a NaI(Tl) detector and radioactive sources (^{241}Am , ^{226}Ra , ^{137}Cs) at energies of (0.06, 0.186, 0.242, 0.295, 0.352, 0.609, 0.662) MeV. The values of (LAC) and (MAC) showed The values decrease with increasing energy, ranging between (0.477-0.168) cm^{-1} and (0.203-0.073) cm^2/g respectively. The values of (HVL), (TVL), and (MFP) increase with increasing energy, ranging between (1.47-4.12) cm, (4.82-13.7) cm, and (2.09-5.95) cm respectively. The values of (TF) also show an increase and the values of (RPE) a decrease with increasing energy, ranging between (78.78-91.95)% and (21.22-8.05)% respectively. (Z_{eff}) and (N_{eff}) gradually decrease with increasing energy in the energy range of (0.06-0.186) MeV, then stabilize with slight changes in the energy range of (0.186-0.662) MeV, ranging between (8.478-7.78) and (3.115-3.002) respectively. An EDX assay was performed to determine the weight percentages of the elements comprising the glass samples. The results showed that all samples consisted of the following elements (O, C, Na, Mg, Si) in slightly varying proportions. Applying Archimedes' principle of buoyancy, the density of the samples was measured, ranging from (2.282-2.388) g/cm^3 . Phy-X and XCOM software were used for the theoretical calculations, and there was good agreement with the experimental results.

On the other hand, a thin film of zinc oxide (ZnO) was deposited by chemical pyrolysis on the surface of sample S1. XRD analysis confirmed the formation of a hexagonal crystalline phase of zinc oxide (ZnO) with an average crystal size of 18.165 nm. SEM images revealed the homogeneity of the ZnO film and the distribution of spherical nanoparticles with an average diameter of 27.775 nm. Experimentally, attenuation coefficients were measured for the S1 state without film deposition and for the S1+ZnO state after film deposition. The results showed a significant improvement in shielding parameters after ZnO film

deposition at low and medium energies, and a limited improvement at high energies. The linear attenuation coefficient (LAC) and mass attenuation coefficient (MAC) increased, leading to a decrease in HVL, TVL, and MFP values, a decrease in the transmittance factor (TF), and an increase in the radiation protection efficiency (RPE). The deposition of a ZnO film has resulted in a significant increase in the effective atomic number (Z_{eff}) and effective electron density (N_{eff}), particularly at low energies (0.06-0.186) MeV.

دراسة نظرية تجريبية لكفاءة الحماية من الإشعاع في بعض أنواع زجاج السيارات

Author: محمود طه محمد صالح Advisor: مشتاق عبد داود الجبوري Publisher: جامعة الموصل

HIGHLIGHTS	GRAPHICAL ABSTRACT
<ul style="list-style-type: none"> تقييم معلمات التوهين لأنواع مختلفة من زجاج السيارات الأمامي استخدام كاشف NaI(Tl) والمصادر (^{241}Am, ^{226}Ra, ^{137}Cs) قياس الكفاءة باستخدام مبدأ أرخميدس قياس سمك العينات باستخدام الورنية الإلكترونية تحليل تركيب العينات باستخدام EDX ترسيب غشاء رقيق من ZnO على العينة S1 باستخدام طريقة التحلل الحراري بالرش دراسة مورفولوجيا السطح وتوزيع وحجم الحبيبات باستخدام فحص (SEM) تحديد التركيب البلوري باستخدام (XRD) تأثير غشاء ZnO على معلمات التدرع الإشعاعي توافق جيد بين النتائج التجريبية والبرامج النظرية (Phy-X, XCOM) 	
<p>Keywords:</p> <p>الحماية من الإشعاع</p> <p>زجاج السيارة الأمامي</p> <p>معلمات التدرع</p> <p>غشاء أوكسيد الزنك</p> <p>Phy-X</p> <p>XCOM</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>تم في هذه الدراسة تقييم وتحسين كفاءة الحماية من الإشعاع لزجاج النوافذ الأمامية في بعض أنواع السيارات، وذلك بدراسة معاملات التوهين الأساسية للعينات (S1-S4) وهي معامل التوهين الخطي (LAC) ومعامل التوهين الكتلي (MAC) وطبقة نصف القيمة (HVL) وطبقة عشر القيمة (TVL) والمسار الحر المتوسط (MFP) وكذلك عامل النفاذية (TF) وكفاءة الحماية الإشعاعية (RPE) بالإضافة إلى العدد الذري الفعال (Z_{eff}) والكثافة الإلكترونية الفعالة (N_{eff}) إذ تم حساب تلك المعاملات تجريبياً وأجريت قياسات امتصاص أشعة كاما باستخدام كاشف NaI(Tl) والمصادر المشعة (^{241}Am, ^{226}Ra, ^{137}Cs) وللطاقات (0.06, 0.186, 0.242, 0.295, 0.352, 0.609, 0.662) MeV وأظهرت قيم (LAC) و (MAC) انخفاضاً مع زيادة الطاقة، إذ تتراوح قيمها بين $0.477-0.168 \text{ cm}^{-1}$ و $0.203-0.073 \text{ cm}^2/\text{g}$ على التوالي أما قيم (HVL) و (TVL) و (MFP) فتزداد مع زيادة الطاقة وتتراوح قيمها بين 1.47-4.12 cm و 4.82-13.7 cm و 2.09-5.95 cm على التوالي وكما أظهرت قيم (TF) ارتفاعاً وقيم (RPE) انخفاضاً مع زيادة الطاقة وتتراوح بين 78.78-91.95 % و 21.22-8.05 % على التوالي أما (Z_{eff}) و (N_{eff}) فتقل مع ارتفاع الطاقة تدريجياً في المدى الطاقي MeV (0.06-0.186) ثم تستقر قيمها مع تغيرات طفيفة في المدى الطاقي MeV (0.186-0.662) وتتراوح بين 7.78-8.478 و 3.115-3.002 وعلى التوالي. أجري فحص (EDX) لتحديد النسب الوزنية للعناصر المكونة للعينات الزجاجية، إذ بينت النتائج أن جميع العينات تتكون من العناصر الآتية (O, C, Na, Mg, Si) وينسب متفاوتة قليلاً وتطبيق مبدأ أرخميدس في الطفو تم قياس كثافة العينات، إذ تتراوح بين $2.282-2.388 \text{ g/cm}^3$ واستخدم برنامجي Phy-X و XCOM في الحسابات النظرية وكان هناك توافق جيد مع النتائج التجريبية.</p> <p>ومن جهة أخرى تم ترسيب غشاء رقيق من أوكسيد الزنك ZnO بطريقة التحلل الحراري الكيميائي بالرش على سطح العينة S1 ومن خلال فحص (XRD) تم التأكد من تكون طور بلوري سداسي لأوكسيد الزنك (ZnO) وبمعدل حجم بلوري 18.165 nm وكشفت صور (SEM) عن نجاس غشاء ZnO وتوزيع الحبيبات النانوية ذات الأشكال الكروية وبمعدل قطر 27.775 nm وتم تجريبياً قياس معاملات التوهين للحالة (S1) بدون ترسيب الغشاء وللحالة (S1+ZnO) وبعد ترسيب الغشاء وأظهرت النتائج تحسناً ملحوظاً في قيم معلمات التدرع بعد ترسيب غشاء أوكسيد الزنك ZnO عند الطاقات المنخفضة والمتوسطة وبشكل محدود عند الطاقات العالية إذ ازدادت قيم معامل التوهين الخطي (LAC) ومعامل التوهين الكتلي (MAC) مما أدى إلى انخفاض قيم (HVL) و (TVL) و (MFP) وانخفاض عامل النفاذية (TF) وارتفاع كفاءة الحماية الإشعاعية (RPE) كما احدث ترسيب غشاء ZnO فرقاً في زيادة قيمة العدد الذري الفعال (Z_{eff}) والكثافة الإلكترونية الفعالة (N_{eff}) ولأسفياً عند الطاقات الواطئة MeV (0.06-0.186).</p> <p>mahmood.24esp50@student.uomosul.edu.iq</p>

University of Mosul
College of Education
for Pure Sciences



A Theoretical and Experimental Study of Radiation Protection Efficiency in Some Types of Automotive Glass

Mahmood Taha Mohammed Saleh

M. Sc. Thesis
Physics

Supervised By
Prof.

Dr. Mushtaq Abed Dawood Al-Jubbori

2026 A.D

1447 A.H