

دراسة العازلية النسبية للمعادن

د. بدر الأعرج *

د. مفيد عباس **

ربا الشاخ ***

(تاريخ الإيداع 18 / 5 / 2020. قَبْلُ للنشر في 16 / 7 / 2020)

□ ملخص □

تجتاز خطوط الحقل الكهربائي الساكن العوازل بشكل متقطع ولا يمكنها اجتياز النواقل، إلا أن أحد الأبحاث الحديثة أظهرت بمرجياً أن خطوط الحقل الكهربائي الساكن تخترق المعادن أيضاً وتسير خلالها بسرعة أعلى من سرعة الضوء ويتبع ذلك أن للمعادن ثابتة عازلية نسبية عالية جداً مقارنة مع ثابتة العازلية النسبية للعوازل وأنصاف النواقل ، قمنا في هذا البحث بتفسير كيف ومتى يكون للمعادن ثابتة عازلية نسبية، كما تم حساب قيمتها من أجل خمسة معادن، كما قمنا بحساب السرعة الظاهرية لخطوط الحقل الكهربائي داخل بعض المعادن وكذلك أعماق تواضع الشحنة الكهربائية داخلها، وفسرنا الخطأ في حساب سرعة إشارة الحقل الكهربائي في المعادن والذي أدى الى تناقض مع النظرية النسبية .

الكلمات المفتاحية : عازل - ناقل - ثابتة العازلية النسبية - سرعة ظاهرية - إشارة الحقل الكهربائي

* أستاذ- قسم الفيزياء-كلية العلوم-جامعة تشرين-اللاذقية-سورية

** أستاذ- قسم الفيزياء-كلية العلوم-جامعة تشرين-اللاذقية-سورية

*** طالبة دراسات عليا (ماجستير)-قسم الفيزياء-كلية العلوم-جامعة تشرين-اللاذقية-سورية

Study in Relative Permittivity of Metals

Dr. Bader Alarag*
Dr. Mofeed Abbas**
Ruba ALshakh***

(Received 18 / 5 / 2020. Accepted 16 / 7 / 2020)

□ ABSTRACT □

The electrostatic field lines pass the dielectrics in intermittent form , but they cannot pass the metals , but one of current research shown ,that the electrostatic field lines pass the metals also, and they travel through it by velocity higher than light velocity. Follows it ,that the metals have a very high relative permittivity compared with relative permittivity of dielectrics . In this research , we have explained how and when the metals have relative permittivity semiconductors, we have also calculated their values for five different metals , we calculated also the apparent velocity of electrostatic field lines within some metals , and the ligated depths of electric charges within it, we have also explained the wrong by calculating the velocity of electric field signal in metals , that lead to contradiction with theory of relativity.

Key words: Dielectric- conductor – relative permittivity – Apparent velocity – electric field signal.

*Prof., Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Tishreen, Lattkia, Syria

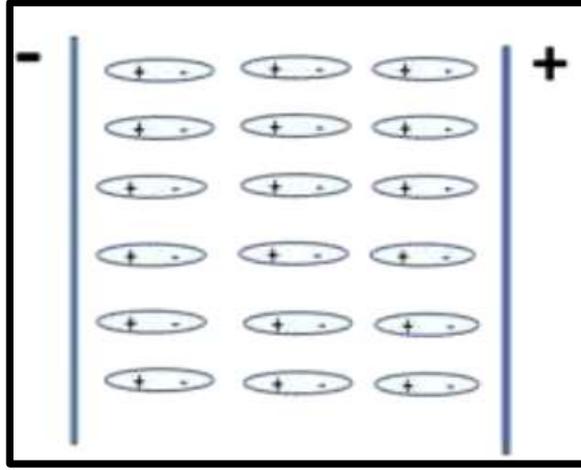
** Prof., Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Tishreen, Lattkia, Syria

***postgraduate student, Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Tishreen, Lattkia, Syria

مقدمة :

يقوم الحقل الكهربائي المتولد عن الشحن الكهربائية الساكنة بنقل التأثيرات فيما بينها بسرعة تساوي سرعة الضوء [1] .

وتكون محصلة خطوط الحقل داخل المعادن معدومة أي أن خطوط الحقل لا تسير داخل المعادن ولكن تسير خطوط الحقل بشكل متقطع داخل العوازل الموضوعه ضمن حقل كهربائي ساكن، حيث تجتاز المسافة بين ثنائيات الأقطاب المتشكلة عن جزيئات أو ذرات العازل بفعل الحقل الكهربائي، حيث تتزاح مراكز الشحن الموجبة في الجزيء أو الذرة مع اتجاه الحقل وينزاح مركز الشحنة السالبة عكس اتجاه خطوط الحقل متحولة بذلك الى شكل منزاح قليلا عن الشكل الكروي كما يوضح الشكل (1) [2] الذي يظهر تحول ذرات أو جزيئات العازل الى ثنائيات أقطاب عند وضعه بين لبوسي مكثفة مستوية والتي يكون الحقل الكهربائي بين لبوسيهما ساكن ومنتظم [3].



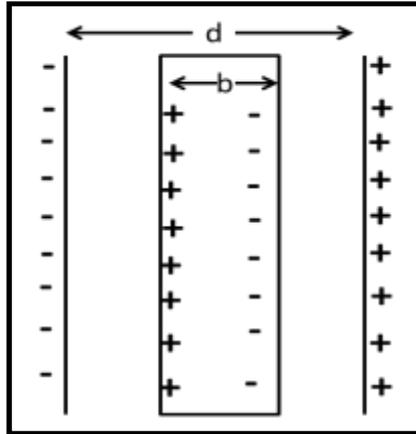
الشكل (1) يبين المسافات الحرة التي تسيرها خطوط الحقل في حال وجود عازل بين لبوسي المكثفة

تعطى سعة المكثفة بالعلاقة:

$$C = \epsilon_0 \frac{S}{d} \quad (1)$$

حيث s: سطح كل من لبوسي المكثفة d: البعد بين الوجهين الداخليين لللبوسين، عندما تكون المكثفة خالية وأما عندما تكون المكثفة مملوءة جزئياً أو كلياً بالمادة فإن d تمثل المسافة الحرة التي تسيرها خطوط الحقل وتكون هذه المسافة الحرة مساوية للمسافة بين ثنائيات الأقطاب المصطفة على منحى خط الحقل، عندما تكون المادة عبارة عن عازل أو نصف ناقل كما هو موضح بالشكل (1) [4] ، وبحسب الشكل (1) فإن المسافة الحرة في هذه الحالة تساوي d مطروحاً منها مجموع أطوال ثنائيات الأقطاب وفق أحد خطوط الحقل، ويقصد بطول ثنائية الأقطاب هنا المسافة بين مركزي الشحنتين الموجبة والسالبة لهذه الثنائية.

أما عند وضع صفيحة ناقلة بين اللبوسين وبموازاتهما ولا تلمس أي منهما، فإن أطوال ثنائيات الأقطاب تساوي كامل سماكة الصفيحة وتصبح المسافة الحرة d-b حيث b: سماكة الصفيحة الناقلة كما يوضح الشكل (2) [5] .



الشكل (2) يوضح تحول الصفيحة الناقلة الى ثنائية أقطاب واحدة عند وضعها بين لبوسي مكثفة.

وتعطى سعة المكثفة في هذه الحالة بالتالي بالعلاقة التالية :

$$C_M = \epsilon_0 \frac{S}{d - b} \quad (2)$$

أهمية البحث أهدافه:

تتبع أهمية هذا البحث من حداثة الموضوع الذي يتعامل معه، حيث كان يعتبر سابقاً أن خطوط الحقل لا تسير مطلقاً ضمن المعدن ، لكننا اوضحنا في هذا البحث المسافة الصغيرة جداً التي تسيرها خطوط الحقل وفسرنا من أين أتت السرعة الظاهرية التي تتجاوز سرعة الضوء لخطوط الحقل مستخدمين، في ذلك القياسات التجريبية والعلاقات النظرية.

طرائق البحث ومواده:

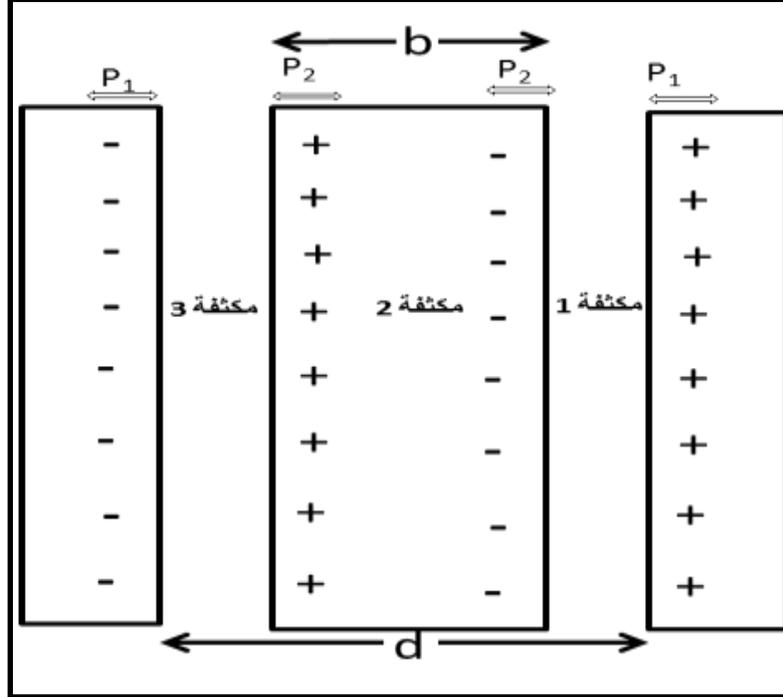
قمنا في هذا البحث بقياسات تجريبية مستخدمين المقاييس والأجهزة البسيطة المتوفرة في مخابر قسم الفيزياء، واستخدمنا بعض العلاقات من المراجع وقمنا بإجراء الحسابات بغية التوصل الى بعض القيم التي نحتاجها في البحث كما استخدمنا برنامج Excel في الرسوم البيانية التي أظهرت بعض العلاقات بين المتحولات المتعلقة بالنواقل التي اجريت القياسات عليها.

القياسات التجريبية والحسابات النظرية:

أظهرت القياسات التجريبية أن السعات المقاسة تجريبياً من أجل مكثفة خالية، أو تحوي عازل، أو تحوي صفيحة ناقلة تكون ادنى من تلك المحسوبة بالعلاقة (1) و العلاقة (2) الامر الذي يدل على أن قيمة d (المسافة الحرة التي تسيرها خطوط الحقل) أكبر من القيمة المعتبرة ، من الوجه الداخلي لللبوس الموجب الى الوجه الداخلي لللبوس السالب أو من الوجه الداخلي لللبوس الموجب الى الوجه المقابل لصفيحة معدنية أو عازلة ومن الوجه الآخر للصفيحة الى الوجه الداخلي لللبوس السالب.

السبب وراء ذلك هي أن خطوط الحقل تسير من المستوي الذي تتوضع فيه الشحن الموجبة على عمق معين داخل اللبوس الموجب الى المستوي الذي تتوضع فيه الشحن السالبة داخل اللبوس السالب عندما المكثفة خالية، أما عندما

تحتوي عازل أو صفيحة ناقلية فإن مستوي الشحن السالبة أو الموجبة يكون على عمق محدد وليس على السطح بالنسبة للصفيحة، سنرمز لعمق توزيع الشحن داخل كل من اللبوسين بالرمز P_1 ولعمق توزيع الشحن داخل الناقل بالرمز P_2 كما يوضح الشكل (3)



الشكل (3) يوضح أن الشحن لا تكون سطحية وإنما على أعماق محددة.

يجب بالتالي إضافة $2P_1$ الى d عندما المكثفة خالية ، أي تصبح المسافة الحرة التي تسيرها خطوط الحقل في هذه الحالة هي $d+2P_1$ ، وعند وجود صفيحة معدنية فإنه يجب طرح $2P_2$ من b (سماكة الصفيحة) وتصبح بالتالي $b-2P_2$ ، وبناءً عليه تعطى سعة المكثفة الخالية بالعلاقة :

$$C_V = \frac{S\epsilon_0}{d + 2p_1} \quad (3)$$

وتعطى سعة المكثفة التي تحوي صفيحة معدنية بالعلاقة

$$C_M = \frac{S\epsilon_0}{d + 2p_1 - b + 2p_2} \quad (4)$$

عند اعتبار الجملة الموضحة بالشكل (3) عبارة عن ثلاث مكثفات موصولة على التسلسل أي عند اعتبار الصفيحة المعدنية عبارة عن مكثفة مستقلة فإن سعته تعطى بالعلاقة :

$$C_M = \epsilon_0 \frac{S}{2p_2} \quad (5)$$

وذلك لأن المسافة الحرة التي تسيرها خطوط الحقل هي $2P_2$ في هذه الحالة ، وأما سعة المكثفة الخالية المكافئة لهذه المكثفة فهي :

$$C_V = \epsilon_0 \frac{S}{b} \quad (6)$$

وتعطى ϵ_r للصفحة الناقله بالتالي بالعلاقة :

$$\epsilon_r = \frac{C_M}{C_V} \quad (7)$$

ويتبدل كل من C_M, C_V بقيمتها من العلاقتين (5) و(6) في العلاقة (7) ينتج أن ϵ_r للصفحة الناقله هي:

$$\epsilon_r = \frac{b}{2p_2} \quad (8)$$

تم في دراسة برمجية ، هي الأولى من نوعها [6] التوصل الى أن للمعادن ϵ_r وأن اشارة الحقل الكهربائي تسير ضمنها بسرعة أعلى من سرعة الضوء وهذا يناقض النظرية النسبية ، نبرر ذلك اعتماداً على ما سبق كما يلي :
تظهر ϵ_r للمعادن بناءً على كون خطوط الحقل تسير مسافة حرة مقدارها $2P_2$ داخل الصفحة المعدنية وأما تفسير التناقض مع النظرية النسبية بأن اشارة الحقل تسير داخل المعدن بسرعة تتجاوز سرعة الضوء $C=2.99792458 \times 10^8$ m/s فقد قمنا بتفسيره كما يلي :

لا يمكن في الواقع ، لخطوط الحقل أن تسير إلا بسرعة الضوء c في الخلاء لأنها ذات طبيعة لا مادية، ولكن اشارة الحقل لا تسير ضمن الصفحة المعدنية ، كما ذكرنا سابقاً إلا مسافة $2P_2$ من الطرفين وبالتالي الزمن الفعلي الذي تستغرقه هو:

$$t = \frac{2p_2}{c} \quad (9)$$

ولكن الدراسة البرمجية المذكورة أعلاه اعتبرت أن اشارة الحقل تسير كامل سماكة الصفحة وبالتالي بسرعة ظاهرية v_{app} وتعطى بالعلاقة :

$$v_{app} = \frac{b}{t} \quad (10)$$

نبدل (9) في (10)

$$v_{app} = \frac{b}{2p_2} c \quad (11)$$

وبما أن $b \gg 2P_2$ فإن $v_{app} \gg c$ وهذا يناقض النظرية النسبية كما ذكرنا سابقاً لذلك عندما نعتبر أن خطوط الحقل تسير فقط $2P_2$ وليس b وحسب العلاقة (11) فإن $v_{app} = c$.

قمنا في اطار هذا العمل بحساب كل من ϵ_r, P_1, P_2 وذلك باستخدام العلاقات (8)،(4)،(3)، على الترتيب، ولقد أجرينا هذه الحسابات من أجل صفائح من النحاس، الألمنيوم ، التوتياء ، الحديد، والرصاص . ونورد فيما يلي مثال على هذه الحسابات من أجل معدن الألمنيوم :

تم من أجل المعادن الخمسة استخدام مكثفة لبوسيا على شكل قرص دائري نصف قطره (0.13m) ومصنوعين من الحديد و المسافة بينهما ($d=0.015$ m) ويمكن بالتالي باستخدام العلاقة (1) حساب القيمة النظرية لسعة هذه المكثفة وهي خالية كما يلي :

$$C_V = \epsilon_0 \frac{S}{d} = \frac{\pi(0.13)^2(8.86 * 10^{-12})}{0.015} = 3.13602 * 10^{-11} F$$

أما القيمة المقاسة تجريبياً فقد كانت $C_v = 3.13393 \times 10^{-11} \text{F}$

ويمكن بالتالي باستخدام العلاقة (2) تحديد قيمة P_1 كما يلي :

$$3.13393 \times 10^{-11} = \frac{\pi(0.13^2)(8.86 \times 10^{-12})}{0.015 + 2P_1}$$

ومنه نجد $P_1 = 5.00546 \times 10^{-6} \text{m}$ (وهي عمق توضع الشحن في كل من لبوسي المكثفة

نضع صفيحة الألمنيوم التي سماكتها $(b=0.005\text{m})$ بين اللبوسين وبموازاتهما دون أن تمس أي من هذين اللبوسين ، تعطى عندها القيمة النظرية للسعة بالعلاقة (3) كما يلي :

$$C_M = \epsilon_0 \frac{S}{d-b} = \frac{\pi(0.13^2)(8.86 \times 10^{-12})}{0.015 - 0.005} = 4.70403 \times 10^{-11} \text{F}$$

أما القياس التجريبي الموافق فقد أعطى القيمة $C_M = 4.69589 \times 10^{-11} \text{F}$ نبدل هذه القيمة وكذلك قيمة P_1 في العلاقة (4) كما يلي :

$$4.69589 \times 10^{-11} = \frac{\pi(0.13^2)(8.86 \times 10^{-12})}{0.015 + 5.00546 \times 10^{-6} - 0.005 + 2p_2}$$

ومنه نجد $P_2 = 6.16692 \times 10^{-6} \text{m}$ (وهي عمق توضع الشحن في كل من وجهي صفيحة الألمنيوم)

ونحسب ϵ_r لصفيحة الألمنيوم من العلاقة (8) كما يلي :

$$\epsilon_r = \frac{b}{2p_2} = \frac{0.005}{2(6.16692 \times 10^{-6})} = 405.38875$$

نحسب السرعة الظاهرية v_{app} التي تستغرقها إشارة الحقل لاجتياز الصفيحة المعدنية باستخدام العلاقة (11)

$$v_{app} = \frac{0.005}{2(6.16692 \times 10^{-6})} (2.99792458 \times 10^8) = 1.21535 \times \frac{10^{11} \text{m}}{\text{s}}$$

تم اجراء قياسات وحسابات مماثلة لما سبق من أجل بقية المواد : النحاس ، التوتياء، الحديد ، والرصاص وتم ادراج النتائج في الجدول (1) التالي والذي يتضمن أيضاً المقاومة النوعية (ρ) [7] لكل من هذه المواد

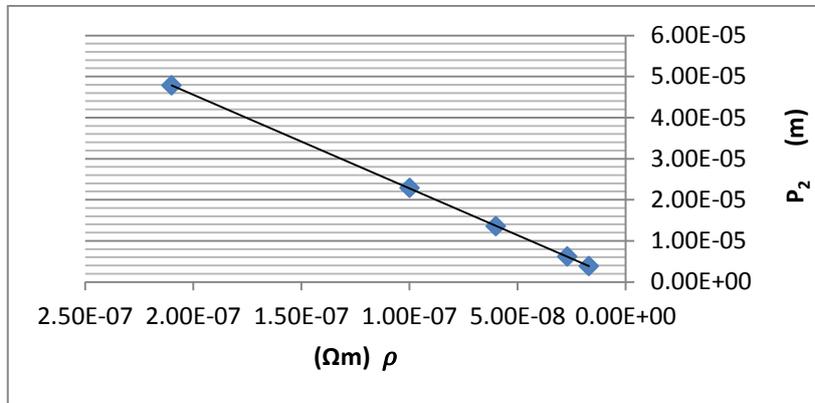
الجدول (1) يبين قيم كل من ρ ، P_1 ، P_2 ، ϵ_r و v_{app} لكل من النحاس ، الألمنيوم ، التوتياء ، الحديد والرصاص

المادة	$\rho \times 10^{-8} \Omega m$	$P_1 \times 10^{-6} m$	$P_2 \times 10^{-6} m$	ϵ_r	$v_{app} \times 10^{11} m/s$
Cu النحاس	1.7	5.00546	3.77281	662.63607	1.98653
Al الألمنيوم	2.7	5.00546	6.16692	405.38875	1.21535
Zn التوتياء	6	5.00546	13.52431	184.852314	0.55417
Fe الحديد	10	5.00546	22.84044	109.45498	0.32814
Pb الرصاص	21	5.00546	47.77821	52.32511	0.15687

تم خلال جميع القياسات تطبيق فرق كمون من مرتبة (9v) وبالتالي شدة حقل مقدارها $(E = \frac{V}{d} = \frac{9}{0.015} = 600 v/m)$ وعند زيادة فرق الكمون بالتدريج حتى القيمة 24v لاحظنا تناقص طفيف في قيم كل من P_1 ، P_2 يقابلها زيادة في قيم v_{app} ويمكن تفسير ذلك ، بأن زيادة فرق الكمون v تؤدي لزيادة شدة الحقل E ويترافق ذلك مع زيادة القوة الكهربائية المطبقة على الشحن المتقابلة والمتعاكسة بالإشارة ويؤدي ذلك الى اقترابها اكثر من السطح وبالتالي تناقص كل من P_1 ، P_2 .

النتائج والمناقشة :

يظهر الرسم البياني لـ P_2 (عمق توضع الشحن على كل من وجهي الصفيحة المعدنية الموضوعة ضمن حقل كهربائي ساكن) بتابعية ρ (المقاومة النوعية) في الشكل (4) وجود علاقة خطية تربطهما معاً



الشكل (4): يوضح عمق توضع الشحن على كل من وجهي الصفيحة المعدنية الموضوعة ضمن حقل ساكن P_2 بتابعية المقاومة النوعية ρ .

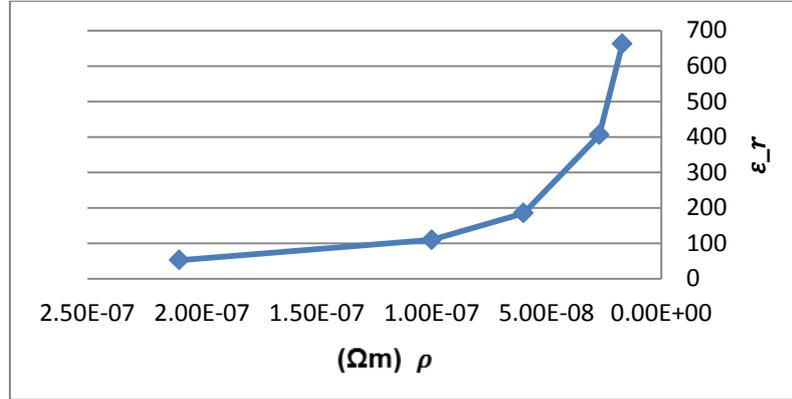
يمكن استنتاج هذه العلاقة بيانياً كما يلي :

$$P_2 = 227.9\rho - 5 * 10^{-8} \quad (12)$$

وبما أن الناقلية σ تعطى بالعلاقة [8] :

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (13)$$

فإن P_2 ترتبط بعلاقة عكسية مع σ (يتزايد أحدهما بتناقص الآخر) وهذا يعني أن عمق توزيع الشحن من السطح يكون أكبر كلما كانت ناقلية المعدن أدنى، حيث تنتشر هذه الشحن بالتالي على مسافات أوسع مما يخفف من المقاومة ويزيد من الناقلية ويرتبط ذلك بكون الإلكترونات أكثر حرية مع زيادة الناقلية σ للمعدن يظهر الشكل (5) أن ϵ_r للمعادن ترتبط بـ ρ لهذه المعادن، بعلاقة عكسية، يمكن استنتاجها بيانياً على النحو الآتي:



الشكل (5) يوضح العلاقة بين العازلية النسبية للمعادن النحاس، الألمنيوم، التوتياء، الحديد والرصاص ϵ_r بتابعية المقاومة النوعية ρ .

$$\rho \epsilon_r \approx 1.1 * 10^{-5} \quad (14)$$

حيث وحدة الثابتة في العلاقة (14) هي $\Omega.m$ وبناءً عليه ترتبط ϵ_r مع σ بعلاقة طردية هي:

$$\epsilon_r = 1.1 * 10^{-5} \sigma \quad (15)$$

يمكن تفسير العلاقتين السابقتين بأن ρ تعيق حركة الشحن (تكبح حركتها) لئلا تمنعها من الاقتراب من سطح الناقل لتبقيها على أعماق أكبر وتعمل بالتالي وبحسب العلاقة (8) على انقاص ϵ_r وتقوم σ بمفعول معاكس كونها، بحسب العلاقة (13) ترتبط بعلاقة عكسية مع ρ ويمكن القول أن حرية الحركة للإلكترونات في المعادن تتناقص مع زيادة مقاومتها النوعية.

الاستنتاجات والتوصيات:

- * لا تتوضع الشحن الكهربائية الساكنة على سطح المعدن مباشرة عند وضعه في حقل كهربائي ساكن، وإنما على أعماق معينة، تتعلق قيمة هذه الأعماق بالمقاومة النوعية، حيث ترتبطان بالعلاقة الخطية.
- * $P_2 = 227.9\rho - 5 * 10^{-8}$ كما يرتبط عمق توزيع الشحن في المعادن الموضوعة في حقل كهربائي ساكن بشدة هذه الحقل وفق علاقة عكسية (يتناقص العمق بتزايد شدة الحقل).
- * تخترق خطوط الحقل الكهربائي الساكن المعدن لأعماق من مرتبة الـ (μm) من جهة سقوطها عليه، لتقطع بعدها داخل المعدن، ثم لتسير مسافة مماثلة من الجهة المقابلة، وتتعلق قيمة هاتين المسافتين بنوع المعدن.
- * تجتاز إشارة الحقل المعدن بسرعة ظاهرية من مرتبة $10^{11} m/s$ وهذه القيمة مرتبطة بفرض أن إشارة الحقل لا تعاني انقطاع داخل المعدن (تسير ضمن كامل المعدن) لكن عند اعتبار أنها تسير فقط من السطح الى مستوي توزيع الشحن ومن مستوي توزيع الشحن الى السطح في الجهة المقابلة، تكون قيمة سرعتها مساوية لقيمة سرعة الضوء c .

* عند اعتبار أن ϵ_r لصفحة معدنية مساوية لكامل سماكتها مقسمة على مجموع عمقي مستويي الشحن الموجبة والسالبة ، يكون لـ ϵ_r للمعادن قيمة عالية جداً مقارنة مع ϵ_r للعوازل لكنها لا تنتهي الى اللانهاية كما تشير الدراسات السابقة.

* ترتبط ϵ_r للنواقل بعلاقة طردية مع معامل الناقلية σ لها وهذه العلاقة هي $\epsilon_r = 1.1 * 10^{-5} \sigma$.

التوصيات:

- * نقترح توسيع هذه الدراسة لتشمل جميع المعادن الأخرى بغية الوصول على علاقات أكثر عمومية
- * نقترح اجراء القياسات باستخدام شدات حقل مختلفة تتراوح بين المتدنية جداً وحتى العالية جداً
- * نقترح اجراء القياسات بتابعية كل من درجة حرارة العينة ، وكذلك درجة اشابتها ومن اجل نوعيات شوائب مختلفة.

Reference:

- [1] GRIMSEHL,E.*Lehrbnch der Physik band 3.*Akademie Verlag Berlin 1988,P352.
- [2]pubhcation of Tishreen University,2009.in BATTIKH.A;ABBAS.M.*General physics2.* Arabic.
- [3]ZEIN ALDEEN.A.;Ibraheem.R.*Electric and Magnetic.*publication of Tishreen University,2016,in Arabic.
- [4] ALI.A;ABASS.S.*Physics and Chemestryn Aspects.*publication of Tishreen University,2015,in Arabic.
- [5] SERWAY.A.*Physics For Scientists And Engineers California State Polytechnic.* University Pomona ,2004.
- [6]GERGNAS.O.*Measurement the speed of electric field.*thesis master Albaath University 2020, in Arabic.
- [7] KOSCHKIN,NI,SCHIRWITSCH.MG.*Eleementare Physic Akademie.*verlag Berlin1987.
- [8]JAWORSKI.B,M.DETLAF.A *Tasschenbuch Der Physic Akademie.*verlag berlin 1985.