الملخص العربي

الملخص العربي

يهدف هذا العمل إلي دراسة الخواص الكهربية و توصيف البلازما لغازي الهيليوم والنيتروجين باستخدام التفريغ الكهربي الأسطواني المتوهج ذو المصعد الوهمي (لغاز الهيليوم) و المهبط الوهمي (لغاز النيتروجين)، واستخدام البلازما في تحسين الخواص السطحية لنسيج البولي استر.

في هذه الدراسة تم تصميم نظام تفريغ كهربي متوهج أسطواني متحد المحور باستخدام التيار المستمر. يتكون النظام من أنبوبة التفريغ و هي عبارة عن اسطوانة مصنوعة من الاستانلس ستيل، طولها 15 سم و قطرها 5 سم يوجد بداخلها شبكة اسطوانية مصنوعة من الاستانلس ستيل أيضا، طولها 10سم و قطرها 4 سم و متحدة المحور مع الأسطوانة الخارجية. تمثل الأسطوانة الخارجية (أنبوبة التفريغ) أحد القطبين كما تمثل الشبكة الاسطوانية الداخلية القطب الأخر. تم العزل بين القطبين الأسطوانيين باستخدام حلقات زجاجية وضعت بينهما. المسافة بين القطبين الاسطوانيين 5 مللي متر وهى ثابتة خلال هذه الدراسة. وقد تم استخدام مصدر جهد كهربي مستمر يعطى جهد 1000 فولت و تيار 100 مللي أمبير للحصول على التفريغ الكهربي و تتصل الأسطوانة الخارجية بمضخة التفريغ و صمام دقيق لدخول الغاز.

في الجزء الأول من الدراسة العملية تم توصيل الأسطوانة الخارجية (أنبوبة التفريغ) بالجهد الموجب و توصيل الشبكة الاسطوانية الداخلية بالجهد السالب و تم تفريغ النظام من الهواء و إدخال غاز الهيليوم بالضغط المطلوب. تم تشغيل مصدر الجهد فتكون التفريغ الكهربي، حيث وجدت البلازما داخل الشبكة الأسطوانية الداخلية فقط. وذلك لاندفاع الشعاع الأيوني من المصعد متجها إلي المهبط الشبكي فيعبر الشبكة ويتصادم مع ذرات الغاز لينتج عدد كبير من الالكترونات والأيونات الموجبة التي تتجه ناحية مركز التفريغ مكونة ما يعرف بالمصعد الوهمي خلف الشبكة.

تم قياس الخواص الكهربية للتفريغ الاسطواني المتوهج متحد المحور ذو المصعد الوهمي و أوضحت نتائج العلاقة بين تيار التفريغ وفرق الجهد أن التفريغ يماثل منطقة التفريغ المتوهج الغير عادي، وقد وجد أن جهد التفريغ الكهربي يتناقص مع زيادة ضغط الغاز مما يشير إلي أن الدراسة تماثل المنطقة اليسرى لمنحنى باشن. كذلك تم قياس توزيع الجهد الكهربي و المجال الكهربي قطريا داخل نظام التفريغ، و من النتائج وجد أن المصعد الوهمي قد تكون عند مسافة قطرية تبعد عن المركز 2 مم و 8 مم عند تياري التفريغ 10 و 20 ملي أمبير بالترتيب.

تم دراسة دالة توزيع طاقة الإلكترونات في الأماكن القطرية المختلفة بدءا من الشبكة (المهبط) و حتى الوصول إلي مركز نظام التفريغ، و ذلك باستخدام المجس الكهربي المفرد. وقد وجد أن دالة توزيع طاقة الالكترونات بها توزيع ماكسويل في المنطقة من مسافة قطرية 5 مم من المركز و حتى الوصول لمركز التفريغ. كما أنها تختلف عن توزيع ماكسويل في المنطقة من الشبكة (المهبط) حتى مسافة 5 مم من مركز التفريغ. وقد لوحظ وجود مجموعتين من الإلكترونات في هذه المنطقة هما مجموعة الإلكترونات ذات الطاقة العالية و مجموعة الإلكترونات ذات الطاقة المنخفضة. المصدر الرئيسي لمجموعة الإلكترونات ذات الطاقة العالية ربما يكون من الشعاع الأيوني القادم من سطح المصعد و الذي يتصادم مع ذرات الغاز بعد عبور الشبكة منتجا الإلكترونات الثانوية عالية الطاقة، بينما يكون مصدر مجموعة الالكترونات ذات الطاقة المنخفضة هو الإلكترونات عالية الطاقة التي حدث لها تصادمات متعددة مع ذرات الغاز ولذا فقدت جزء كبير من طاقتها لتكون مجموعة الإلكترونات منخفضة الطاقة .

كذلك تم قياس درجة حرارة الإلكترونات وكثافة البلازما قطريا بدءا من المهبط الشبكي حتى مركز نظام التفريغ، باستخدام المجس الكهربي المفرد والمزدوج، عند ضغط ثابت لغاز الهيليوم 3 ملي بار، و لتياري تفريغ 10 و 20 ملي أمبير. كما تم حساب كثافة البلازما باستخدام معادلة بواسون في الإحداثيات الأسطوانية. و قد وجد توافق كبير بين قياسات المجس المفرد والمزدوج لدرجة حرارة الإلكترونات ، بينما لوحظ وجود اختلاف بين نتائج كثافة البلازما المقاسة بالمجس الكهربي المفرد والمزدوج و النتائج المحسوبة من معادلة بواسون.

و لقد وجد من خلال هذه الدراسة أن قياسات درجة حرارة الإلكترونات بالمجس المفرد تراوحت بين 1.6 إلي 2.6 إلكترون فولت، عند تيار تفريغ 10 ملي أمبير بينما تراوحت بين 1.75 إلي 3 إلكترون فولت عند تيار تفريغ 20 ملي أمبير وذلك عند مسافات قطرية مختلفة. و باستخدام المجس الثنائي تراوحت درجة حرارة الإلكترونات بين 1.4 إلي 2.4 إلكترون فولت عند تيار تفريغ 10 ملي أمبير، وبين 1.7 إلي 2.95 إلكترون فولت عند تيار تفريغ 20 ملي أمبير. وكذلك أوضحت الدراسة زيادة درجة حرارة الإلكترونات مع زيادة تيار التفريغ و تزداد أيضا كلما ابتعدنا عن المركز.

وأوضحت قياسات كثافة البلازما بالمجس المفرد أنها تتغير من 2.3×10^{15} m^{-3} إلي 10^{15} $m^{-3}\times7.8$ وتتغير من 5×10^{15} m^{-3} إلي 5.3×10^{15} m^{-3} عند تياري تفريغ 10 و 20 ملي أمبير على الترتيب أما باستخدام المجس المزدوج فتغيرت كثافة البلازما من 2×10^{16} m^{-3} إلي 4.3×10^{16} m^{-3} وتغيرت من 1.6×10^{16} m^{-3} إلي 4.1×10^{16} m^{-3} عند تياري تفريغ 10 و 20 ملي أمبير على الترتيب. وكانت قيم كثافة البلازما المحسوبة من معادلة بواسون تتراوح من 4.6×10^{13} m^{-3} إلي 6×10^{14} m^{-3} ، و من

4×10^{13} m^{-3} إلي 2.97×10^{14} m^{-3} عند تياري تفريغ 10 و 20 مللي أمبير على الترتيب. وقد لوحظ أن كثافة البلازما المقاسة بالطرق الثلاثة السابقة تزداد كلما تناقصت المسافة القطرية (من المهبط الشبكي إلى الداخل أي إلي المركز) حتى نصل إلي منطقة المصعد الوهمي فتتناقص ببطء ثم تزداد بعد ذلك إلي أن تصل لقيمتها العظمى عند مركز التفريغ.

في الجزء الثاني من الدراسة المعملية تم توصيل الأسطوانة الخارجية (أنبوبة التفريغ) بالجهد السالب و توصيل الشبكة الاسطوانية الداخلية بالجهد الموجب و تم تفريغ النظام من الهواء و إدخال غاز النيتروجين. وعند تشغيل مصدر الجهد يحدث التفريغ الكهربي، وتتكون البلازما داخل الشبكة الأسطوانية الداخلية ويسمى التفريغ في هذه الحالة التفريغ الاسطواني المتوهج ذو المهبط الوهمي . حيث ينطلق الشعاع الالكتروني من المهبط متجها إلي المصعد الشبكي فيعبر الشبكة ويجرى تصادمات متعددة مع ذرات الغاز لينتج عدد كبير من الإلكترونات التي تتجمع خلف الشبكة مكونة ما يسمى بالمهبط الوهمي.

تم قياس الخواص الكهربية للتفريغ الاسطواني المتوهج متحد المحور ذو المهبط الوهمي و أوضحت نتائج العلاقة بين تيار التفريغ وفرق الجهد أن التفريغ يقع في منطقة تماثل التفريغ المتوهج العادي، ووجد أن جهد التفريغ المتوهج العادي يتناقص مع زيادة ضغط الغاز وذلك يماثل المنطقة اليسرى لمنحنى باشن. كذلك تم قياس توزيع الجهد الكهربي و المجال الكهربي قطريا داخل نظام التفريغ، و من النتائج وجد أن المهبط الوهمي يتكون عند مسافة قطرية تبعد عن المركز 2.5 مم و 3 مم و4 مم عند تيارات التفريغ 2 و 4 و 6 مللي أمبير علي الترتيب.

تم قياس دالة توزيع طاقة الإلكترونات في الأماكن القطرية المختلفة بدءا من الشبكة (المصعد) و حتى الوصول إلي المحور، و ذلك باستخدام المجس الكهربي المفرد. ومنها وجد أن دالة توزيع طاقة الالكترونات تأخذ توزيع ماكسويل في جميع الأماكن القطرية المختلفة من الشبكة حتى الوصول إلي المحور. حيث وجدت مجموعة واحدة فقط من الإلكترونات.

كذلك تم قياس درجة حرارة الإلكترونات في الأماكن القطرية المختلفة بدءا من المهبط الشبكي و حتى الوصول إلي المحور، باستخدام المجس الكهربي المفرد والمزدوج، عند ضغط ثابت 3 مللي بار و تيارات تفريغ 2 أو 4 أو 6 مللي أمبير. و لقد وجد أن قياسات درجة حرارة الإلكترونات بالمجس المفرد تراوحت بين 2 إلي 3.1 إلكترون فولت، عند تيار تفريغ 2 مللي أمبير بينما تراوحت بين 2.4 إلي 3.3 إلكترون فولت عند تيار تفريغ 4 مللي أمبير و من 2.8 إلي 3.6 إلكترون فولت عند تيار تفريغ 6 مللي أمبير. أما نتائج المجس الثنائي فتراوحت بين 1.6 إلي 2.79 إلكترون فولت و بين 2 إلي 2.9 إلكترون فولت و بين 2.4 إلي 3.22 إلكترون فولت عند تيارات تفريغ 2 و 4 و 6 مللي أمبير على الترتيب. وجدير بالذكر أن

قيم درجة حرارة الإلكترونات تزداد مع زيادة تيار التفريغ و أيضا تزداد كلما ابتعدنا عن المركز. عند مقارنة نتائج قياسات درجة حرارة الإلكترونات وجد أن نتائج المجس الكهربي المزدوج دائما أقل من المجس الكهربي المفرد و تم شرح الأسباب المؤدية إلي ذلك.

تم قياس كثافة البلازما في الأماكن القطرية المختلفة بدءا من المهبط الشبكي و حتى الوصول إلي المحور عمليا باستخدام المجس الكهربي المفرد و المزدوج، ونظريا باستخدام معادلة بواسون عند نفس الظروف السابقة من الضغط وتيارات التفريغ. و أوضحت قياسات كثافة البلازما بالمجس المفرد أنها تتغير من 7×10^{13} m^{-3} إلي 5.9×10^{15} m^{-3} في مدى تيار تفريغ من 2 إلي 6 مللي أمبير. كما أوضحت قياسات كثافة البلازما بالمجس المزدوج أنها تتغير من 1.9×10^{14} m^{-3} إلي 3.9×10^{16} m^{-3} في مدى تيار تفريغ من 2 إلي 6 مللي أمبير. أما قيم كثافة البلازما المحسوبة من معادلة بواسون فتراوحت بين 3.38×10^{13} m^{-3} إلي 2.32×10^{15} m^{-3} في نفس مدى تيار التفريغ السابق. وقد لوحظ أن كثافة البلازما المقاسة بالطرق الثلاثة السابقة تزداد مع زيادة تيار التفريغ و تتغير هذه الكثافة بتغيير المسافة القطرية حيث تزداد كلما تناقصت المسافة القطرية (من المصعد الشبكي إلى الداخل) ثم ثبات كثافة البلازما عند الوصول إلي منطقة المهبط الوهمي و تزداد بعد ذلك إلي أن نصل إلي المحور. بينما لوحظ وجود اختلاف بين نتائج كثافة البلازما المقاسة بالطرق الثلاثة السابقة.

في الجزء الثالث من الدراسة العملية تم استخدام التفريغ الاسطواني المتوهج متحد المحور ذو المهبط الوهمي لغاز النيتروجين في معالجة عينات من نسيج البولي استر، لتحسين الخواص السطحية لها، و بصفه خاصة خاصية قابلية امتصاص الماء. تم تعريض عينات البولي استر للبلازما بوضعها عند محور التفريغ الاسطواني المتوهج ذو المهبط الوهمي لغاز النيتروجين. وأجريت التجربة باستخدام ضغوط مختلفة لغاز النيتروجين من 1 إلي 5 مللي بار وأزمنة تعرض مختلفة حتى 50 دقيقة (3000 ثانية) وتيارات تفريغ مختلفة 2 أو4 أو 6 مللي أمبير و أماكن قطرية مختلفة من 0 إلي 15 مم من المركز وذلك حتى يتم تحديد أنسب الظروف لمعالجة العينات، بناءا على سرعة امتصاص الماء و أقل درجة تأثير على سمك العينات و أعلى درجة خواص ميكانيكية لها، وكانت النتائج كالتالي:

عند دراسة تأثير البلازما على سمك عينات البولي استر وجد أن سمك العينات يكون تقريبا ثابت قبل وبعد التعرض للبلازما، ولا تتغير قيمتة تغيرا ملحوظا عند جميع الظروف السابقة من الضغوط وتيارات التفريغ وأزمنة التعرض المختلفة. كذلك عند دراسة تأثير البلازما على الخواص الميكانيكية لعينات البولي استر ومقارنة العينات الغير معالجة بالعينات التي تمت معالجتها، وجد أنه لا يحدث أى تغير ملحوظ في قيم قوة الشد عند نقطة القطع وكذلك لا يحدث تغير ملحوظ في قيم النسبة المئوية للاستطالة عند نقطة القطع.

عند دراسة تأثير البلازما على درجة امتصاص الماء لعينات البولي استر وجد أنه عند ثبوت كل من ضغط غاز النيتروجين وتيار التفريغ و زمن المعالجة وتغيير الأماكن القطرية فإن أفضل درجة امتصاص للماء لعينات البولي استر كانت عند المركز (R = 0) مما يعنى أن قابلية امتصاص الماء للعينات تزداد مع تناقص المسافة القطرية كلما اتجهنا إلي المحور. و لقد وجد أيضا من خلال هذه الدراسة أنه عند وضع العينات عند محور التفريغ تحت ثبوت كل من ضغط غاز النيتروجين وتيار التفريغ فإن قابلية امتصاص الماء لعينات البولي استر تزداد بشكل كبير مع زيادة زمن المعالجة حتى 10 دقائق، و تزداد زيادة طفيفة مع زيادة زمن المعالجة في المدى من 10 إلي 30 دقيقة، و بعد ذلك تكون قابلية امتصاص الماء تقريبا ثابتة مع زيادة زمن المعالجة في المدى من 30 إلي 50 دقيقة. ويعزى ذلك إلي أن زيادة زمن المعالجة يؤدى إلي زيادة معدل التصادم بين البلازما و سطح العينات حيث تنكسر الروابط الثنائية بين الكربون و الأكسجين مما يؤدى إلي زيادة عدد المجموعات القطبية علي سطح العينات و هذا بدورة يؤدى إلي زيادة قابلية امتصاص الماء حيث يعتبر هذا السلوك هو المسؤل الأساسي في زيادة قابلية امتصاص الماء للبوليمرات بشكل عام.

وعند دراسة تأثير ضغط الغاز علي قابلية امتصاص الماء لعينات البولي استر وجد أنه عند وضع العينات عند محور التفريغ أنها تزداد مع زيادة ضغط الغاز في المدى من 1 إلي 5 مللي بار، وذلك عند ثبوت كل من تيار التفريغ وزمن المعالجة. وذلك لأن زيادة ضغط الغاز تزيد كثافة جسيمات البلازما المشحونة مما يؤدي إلي زيادة عدد المجموعات الحرة علي سطح العينات، مما يعنى زيادة الطاقة السطحية للعينات و بالتالي زيادة قابلية امتصاص الماء لها. أما عند دراسة تأثير تيار التفريغ علي العينات وجد أنة لا يظهر تغير ملحوظ لقابلية امتصاص الماء للعينات مع تغيير تيار التفريغ عند ثبوت كل من ضغط غاز النيتروجين وزمن المعالجة. ربما يكون ذلك لأن تيارات التفريغ المستخدمة في هذه المعالجة و هي 2 أو 4 أو 6 مللي أمبير تقع جميعها في نفس منطقة التفريغ وهي منطقة التفريغ المتوهج العادي.

عند دراسة تحليل طيف الاشعة تحت الحمراء المرتدة من عينات البولي استر الغير معالجة ومن تلك التي تمت معالجتها داخل البلازما عند مركز التفريغ و تيار تفريغ 6 مللي أمبير و عند ضغوط غاز مختلفة وأزمنة معالجة مختلفة، لوحظ تكوين قمة صغرى جديدة اتضح أنها مرتدة من مجموعات الكربوكسيل COOH والتي تكونت من تفاعل مجموعات C—O النشيطة كيميائيا مع مجموعات O—H الموجودة في بخار الماء في الهواء الموجود علي سطح العينات. مما يؤكد أن تعرض عينات البولي استر للبلازما يزيد من ارتباط هذه العينات بالماء أي أن معالجة عينات البولي استر بالبلازما يزيد من قابلية امتصاص هذه العينات للماء. وقد استنبط من هذه الدراسة أنه يمكن معالجة نسيج البولي استر بشكل فعال باستخدام البلازما الناتجة من التفريغ الكهربي المتوهج الاسطواني متحد المحور ذو المهبط الوهمي لغاز النيتروجين، وذلك

لتحسين خواص امتصاص الماء له، دون التأثير علي الخواص الميكانيكية لة. وكانت أنسب الظروف لمعالجة العينات في هذه الدراسة عندما كان ضغط غاز النيتروجين 5 مللي بار وتيار التفريغ 4 مللي أمبير وزمن المعالجة 30 دقيقة.