المحتويات

ت	الموضوع	رقم الصفحة
١-	المقدمه	5
٢-	المبحث الأول (ماهي البلازما وطبيعتها)	7
٣-	تاريخ البلازما	10
٤-	خصائص البلازما	11
٥-	البلازما والفضاء	15
٦-	المبحث الثاني (حالات البلازما المعقدة)	21
٧-	المبحث الثالث (التطبيقات التكلنوجية والعملية للبلازما	25
٨-	التطبيقات الأساسية للبلازما	26
٩-	بعض التطبيقات التجارية والصناعية للبلازما	٣٠
١٠-	المبحث الرابع (التطبيقات الصناعية للبلازما في حياتنا)	٣١
١١-	مصابيح الفلوريسنت	32
١٢-	مصابيح النيون	34
١٣-	جهاز الدفع الصاروخي في البلازما	36
١٤-	اسخدام البلازما في صناعه الاسلحه	37
١٥-	المصادر	٣٩

المقدمة (Interduction)

البلازما Plasma : (التسمية مشتقة من الكلمة اليونانية plassein ويعني يشكل أو يصوغ أو يقولب) الحالة الرابعة للمادة . وهي غاز متأين (متشارد) جزئياً أو كلياً تتساوى فيه تقريباً كثافة الشحنات الموجبة والشحنات السالبة . ويوجد القسم الأعظم من الكون في حالة البلازما (النجوم والأجواء المحيطة بها، الغيوم السديمية، والفضاء الكائن بين النجوم) . توجد البلازما حول الأرض على شكل ريح شمسية تملأ الغلاف الأيوني (الأيونوسفير) والغلاف المغناطيسي (المغنطوسفير) للأرض. يتم الحصول على البلازما في المختبرات والمصانع أثناء التفريغ الكهربائي كما أنها تتكون في عمليات الاحتراق والانفجار.

عندما يذكر مصطلح البلازما يتجه تفكير البعض إلى البلازما المعروفة بأنها أحد العناصر الأساسية التي يتكون منها الدم بالإضافة إلى العناصر الأخرى مثل كريات الدم الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية.

لمادة في حالة البلازما : ولادة البلازما the deliver plasma: إن مصطلح البلازما باللغة الألمانية plasmen zuzustand وضع لأول مرة عام ١٩٣٩ من قبل عالمين ألمانيين. وكان هذا المصطلح ناجحاً من حيث التسمية حيث أن البلازما بالفعل ليس صلباً ولا سائلاً ولا غازاً. إنها حالة خاصة من حالات المادة ناتجة عن التأين الحراري للغازات أي انفصال الالكترونات عن الذرّات وتحطم الجزيئات المتعادلة وتشاردها إلى أيونات موجبة وأخرى سالبة يبدأ عند درجات حرارة تزيد عن (٥٠٠٠–٦٠٠٠) درجة مئوية. إذن هل هناك ما يدعو إلى بحث هذه المسألة؟ ذلك لعدم وجود أية مادة يمكنها البقاء في درجة حرارة تزيد عن تلك. بلا شك هناك ما يدعو إلى بحث المسألة (البلازما)! إن الغالبية العظمى (كما ذكرت) من الأجرام السماوية تقع في حالة البلازما ومن المعلوم أن درجة تأين الغاز لا تعتمد على درجة الحرارة وحدها بل وعلى الضغط أيضاً [1].

من المعروف ان حالات المادة ثلاث وهى الغازية والسائلة والصلبة في درجات الحرارة العادية ولكن حينما تتعرض المادة لدرجة حرارة عالية جدا مثل باطن الشمس فان الالكترونات التى تدور حول النواة تكتسب طاقة هائلة فتتحرر من جذب النواة لها وتبقى النواة بدون بعض الكتروناتاته وتسمى المادة في هذة الحالة ب " البلازما " اى ان حالات المادة اربعة وهى الغازية - والسائلة - الصلبة - البلازما: التي تعتبر أحيانًا غاز أيوني. مع ملاحظة انه لكى يحدث تفاعل

اندماجى نووى لابد اولا ان تكون الانوية عارية من الالكترنات حتى يسهل اندماجها اى تكون في حالة البلازما (كما يحدث في التفاعل الاندماجى في باطن الشمس بين انوية الهيدروجين). وجود البلازما الطبيعي في الكون تحت درجات حرارة مرتفعة هو سبب تسميتها بالحالة الرابعة للمادة.فى عام ١٨٧٩ اكتشف العالم السير وليام كروكس البلازما و اطلق عليها انذاك المادة الإشعاعية . ودرس العالم طمسون خصائص و طبيعة البلازما ، و يرجع الفضل في تسمية البلازما إلى العالم ايرفنج في عام ١٩٢٨ ربما لأنه رأى انها تشبة بلازما الدم.

البلازما وتسمى في أغلب الأحيان "الحالة الرابعة للمادة، الحالات الأخرى الثلاثة هي الصلبة، السائلة والغازية. البلازما هي حالة متميّزة للمادة تحتوي على عدد هام من الجزيئات المشحونة كهربائيا بصورة كافية للتأثير على خواصه الكهربائية. بالأضافة إلى كونها مهمة في العديد من مظاهر حياتنا اليومية، ويقدر ان البلازما تشكل أكثر من ٩٩ % من الكون المرئي.

تشكل البلازما نسبة ٩٩% من المادة الكونية بين النجوم و المجرات و بعض الكواكب تشكل البلازما اغلب مادتها حيث يعتبر كوكب المشترى كتلة هائلة من البلازما. وتوجد البلازما في اشكال اخرى ففى الصناعة تستخدم في شاشات التليفزيون ، وفى لمبات النيون، و في الابحاث الخاصة بطاقة الانصهار ، و كذلك في اللحام ، و العديد من المجالات الصناعية و توجد البلازما كذلك في الغلاف الجوى في طبقة الايونوسفير و ايضا في ظاهرة الشفق القطبى.

وللبلازما عدة أستخدمات في المجال المدني والعسكري ، وسنحاول من خلال هذا البحث تسليط الضوء على الحالة الرابعة للمادة "البلازما" ومجالات أستخداماتها.

يمكن تعريف البلازما بأنه غاز متأين أو خليط يحتوي على جسيمات مشحونة بالإضافة الى إلكترونات وجسيمات متعادلة جميعها حرة الحركة ، بحيث تسلك سلوكاً مميزاً لها يختلف عن حالات المادة الثلاث الأخرى . وتوجد هذه الحالة عادة مع درجات الحرارة العالية جداً، حيث يمكن أن تتأين ذرات الغاز مكونة أيونات موجبة " كاتيونات " عن طريق فقدان إلكترون أو أكثر لكل ذرة. بحيث تكون المحصلة النهائية خليطاً من الأيونات الموجبة والالكترونات حرة الحركة.

المبحث الأول

ماهية البلازما وطبيعتها ؟؟؟؟

ما هية البلازما

المقصود بالبلازما هي الحالة الرابعة للمادة فالجميع يعرف أن المادة في الطبيعة توجد على شكل ثلاث حالات هي الحالة الصلبة ، والحالة السائلة، والحالة الغازية، ويمكن تحويل المادة من حالة إلى أخرى إما بواسطة تغيير درجة الحرارة أو الضغط ، ولكن بتقدم العلم في مجال الفيزياء أكتشف العلماء الحالة الرابعة وهي "البلازما " فالبلازما هي حالة تحول المادة إلى غاز يتكون من خليط من أعداد متساوية من الأيونات الموجبة والأيونات السالبة، أي أنها إن صح التعبير الغاز المتأين.

والبلازما توجد في الكون الفسيح في التفاعلات النووية التي تحدث في أعماق النجوم حيث درجات الحرارة العالية والكثافة العالية وتختلف من مكان إلى آخر فعلى سبيل المثال البلازما داخل الشمس تختلف عن البلازما الموجودة خارجها حيث تبلغ درجة الحرارة داخل الشمس ١٠ ملايين درجة مئوية بينما على سطحها حوالي ١٦ ألف درجة مئوية . وفي الحقيقة أنه لاتوجد على الأرض حالة بلازما طبيعية لأن طبقات الغلاف الجوي عبارة عن غاز متآين وإذا أردنا أن نشاهد حالة بلازما في الواقع فعلينا أن نركز على مصباح النيون (فلورسنت) فإن مصدر الضوء فيه هو عبارة عن بلازما مصنعة فعند مرور التيار الكهربائي في المصباح وتحت ضغط منخفض يتأين الغاز مخلفاً خليطاً من الآيونات الموجبة والإلكترونات لا تلبث أن تتحد مع بعضها البعض مسببة إنبعاث الضوء الساطع .

وبعد عدة دراسات وتجارب قام بها العلماء في مجال الفيزياء تم التوصل إلى إنتاج البلازما في المعامل والمختبرات مشابهة تماماً للبلازما الموجودة في النجوم والشمس ، وعلى سبيل المثال لا الحصر يمكن الحصول على البلازما بواسطة أشعة الليزر.

أين توجد البلازما

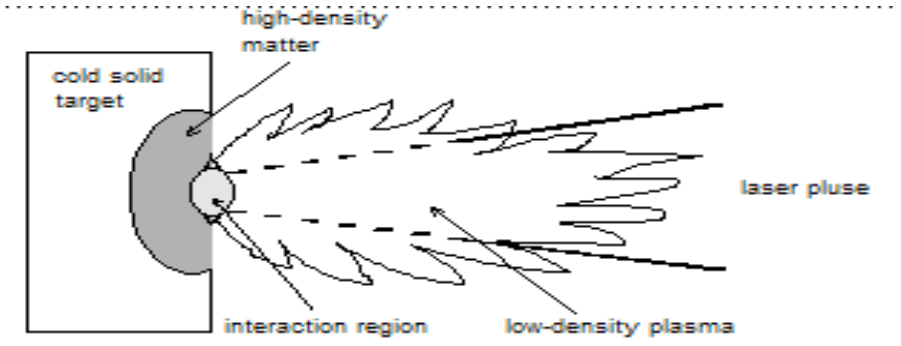
غالبا معظم المواد الموجودة فى هذا الكون الفسيح توجد على شكل بلازما. هذه البلازما تكون عند درجات حرارة عالية وكثافة عالية ايضا، وتتغير هذه الظروف من مكان إلى آخر، فعلى سبيل المثال تبلغ درجة حرارة مركز الشمس عشرة ملايين درجة مئوية بينما على سطحها

فإن درجة الحرارة تصل إلى ستة الاف درجة مئوية، ومن هنا فإن البلازما داخل الشمس تختلف تماما عن خارجها. ولكن على الكرة الأرضية حيث توجد المادة غالبا فى الحالة الصلبة، وطبقات الغلاف الجوى عبارة عن غاز غير متأين، أى أنه لا يوجد حالة بلازما طبيعية على سطح الأرض. ولكن هل يمكن عمل بلازما فى المختبر؟ إذا كنت تقرأ هذا المقال تحت ضوء مصباح فلورسنت (النيون) فإن مصدر هذا الضوء هو عبارة عن بلازما مصنعة، فعند مرور التيار الكهربى داخل غاز (غاز الزئبق) تحت ضغط منخفض فإنه يعمل على تأين الغاز مخلفا خليطا من الأيونات الموجبة والالكترونات، ما تلبث ان تتحد مع بعضها البعض وتكون النتيجة انبعاث الضوء الساطع، وتستمر هاتان العمليتان (التأين والاتحاد) طالما استمر التيار الكهربى فى السريان. هذا مثال على مصدر بلازما ذات درجة حرارة منخفضة موجود فى بيتك.

لكن قديما وحتى يومنا هذا اهتم علماء الفيزياء الفلكية بكشف اسرار الكون وفهم ماذا يحدث على سطح الشمس والنجوم الاخرى. لذلك حاول العلماء تصنيع نفس البلازما الموجودة فى النجوم داخل المختبر، ولصنع هذه البلازما طور العلماء اجهزة مختلفة قادرة على توليد طاقة هائلة لانتاج بلازما بنفس ظروف البلازما الموجودة فى الطبيعة، كان احد هذه الاجهزة هو جهاز التحديد المغناطيسى Magnitec-confinment devices. وتمت معرفة معلومات كثيرة عن تركيب وفهم السطح الخارجى للغلاف الشمسى. ولكن ماذا عن البلازما الموجودة داخل الشمس ذات درجات الحرارة العالية جدا [2].

كيف يمكن تصنيعها فى المختبر؟

فى الحقيقة وحتى عهد قريب وبتطور اجهزة الليزر اصبح بالامكان الحصول على بلازما مشابهة لتلك الموجودة على اى نجم سواء داخله أو خارجه.

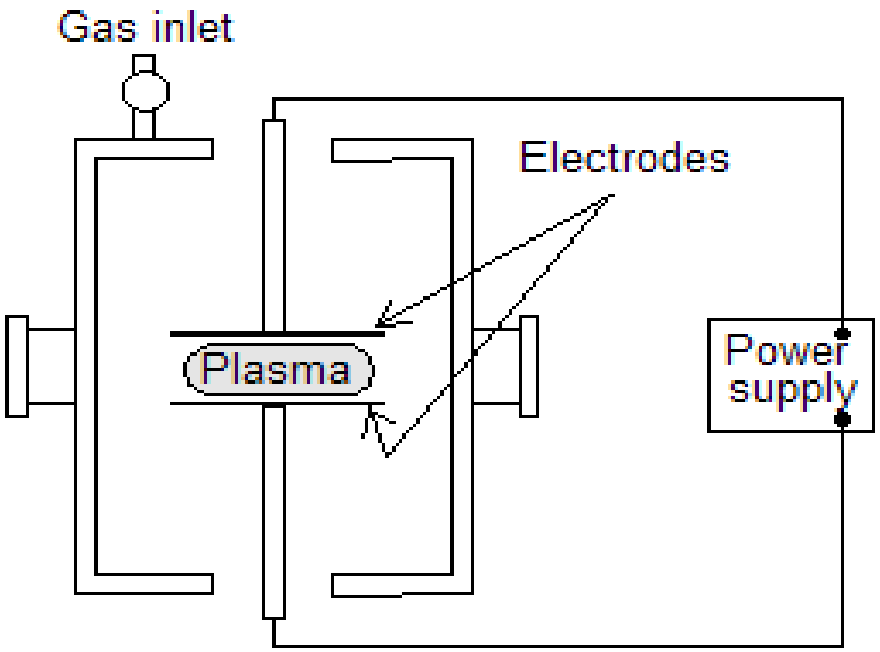


الشكل (1) الحصول على بلازما بواسطة اشعة الليزر

نعلم أن الضوء هو عبارة عن تذبذب مجالين متعامدين احدهما كهربى والاخر مغناطيسى. والليزر ما هو الا عبارة عن ضوء له خصائص مميزة تجعل شدة اشعاعه (الطاقة لكل وحدة مساحات لكل وحدة زمن) تزداد بزيادة المجال الكهربى والمغناطيسى لموجاته.

حيث أن المجال الكهربى لهذه الاشعة يفوق بكثير المجال الكهربى الذى يربط ذرات المواد الصلبة بعضها ببعض وبذلك فإن المجال الكهربى لشعاع الليزر سوف يؤثر على الكترونات المواد الصلبة ويفصلها عن الذرات تاركا أيونات موجبة. وبهذا يحول الليزر جزء من المادة الصلبة إلى حالة بلازما. يتضح مما سبق أنه يمكن استخدام اشعة الليزر المركزة لانتاج بلازما عند درجات حرارة عالية جدا داخل المختبر وبتكلفة قليلة. يوضح شكل (2) كيفية تصنيع بلازما فى المختبر باستخدام الليزر.

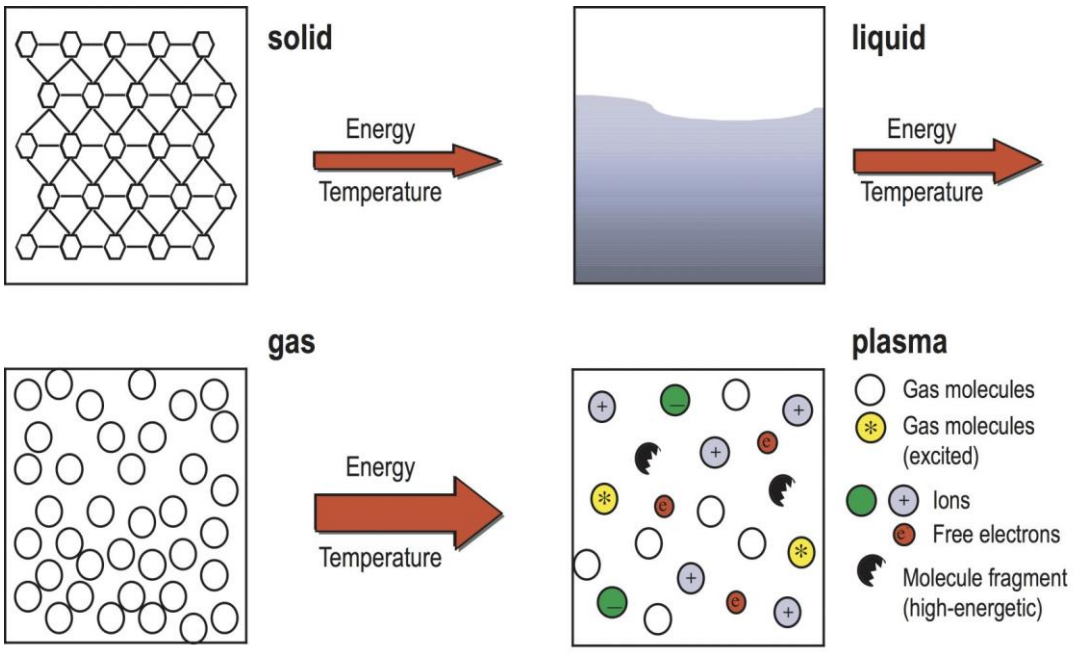
ولهذا النظام العديد من التطبيقات الهامة فى مجال الفيزياء الفلكية حيث يتم اختيار نوع مادة الهدف وتصميمه بشكل هندسى معين حتى تكون البلازما الناتجة فى المختبر مشابهة لظروف البلازما الحقيقية للنجم المراد دراسته. بالاضافة إلى إلى ذلك فإن البلازما تستخدم فى العديد من الصناعات.



الشكل (2) كيف تصنع بلازما فى المختبر

لكى نصنع بلازما تحت ضغط منخفض لغاز ما، فإن كل ما يلزم هو مفرغة هواء بارتفاع متر وعرض نصف متر تقريبا، وكذلك مصدر تغذية للتيار المتردد، (فى الصناعة يكون مصدر التيار فى مجال ترددات الراديو13.56 MHz وحديثا يمكن استخدام اجهزة الميكروويف ذات ترددات اعلى 2.45 GHz.

فى الواقع يمكن عمل بلازما باى شكل ولكن الاكثر استخداما فى الصناعة هو الموضح فى شكل (٢)، ويحتوى على قرصين معدنيين نصف قطرهما حوالى ١٥ سم والمسافة الفاصلة بينهما من ٤-٥سم. بعد ضخ الهواء بواسطة المفرغة يدخل الغاز المراد تحويلة إلى حالة بلازما وقد يكون خليط من الغازات، وبمجرد مرور التيار الكهربى (~٢٠٠Watt) يبدأ الغاز فى التوهج مصدرا ضوءا ساطعا لونه يعتمد على نوع الغاز.



الشكل (٣) البلازما هي الحالة الرابعة من المادة

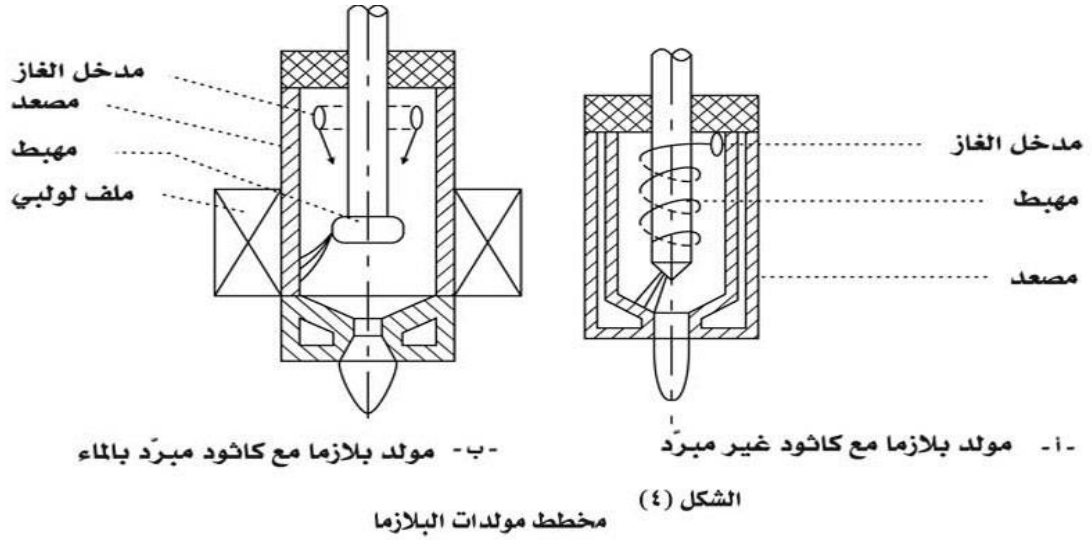
تـــــــــــاريخ البلازما :

يعتبر السير وليام كروكس اول من كشف وجود هذه الحالة المميزة للمادة الفيزيائي عام ١٨٧٩، باستخدام هذا الانبوب. ثم اكتشف العالم البريطاني جوزيف طومسون خصائص و طبيعة البلازما عام ١٨٩٧، و يرجع الفضل في تسمية البلازما إلى العالم " الدكتور ايرفين " في عام ١٩٢٨ ربما لأنه رأى انها تشبه بلازما الدم.

وقد كتب لانغمويير: بجوار الأقطاب يوجد أغطية رقيقة تحتوي إلكترونات قليلة، الغاز المتأين يحتوي على أيونات وإلكترونات بكميات متساوية تقريبا مما يجعل ناتج شحن المكان بسيط جدا. يستحسن أن نستخدم اسم البلازما لتعريف المنطقة المحتوية على شحنات متساوية من الإلكترونات والأيونات.

عموميات البلازما

تشكل البلازما نسبة ٩٩% من المادة الكونية بين النجوم و المجرات من حيث الكتلة والحجم، بعض الكواكب تشكل البلازما أغلب مادتها، حيث يعتبر كوكب المشتري كتلة هائلة من البلازما. فقط حوالي ٠,١ % من الكتلة و ١٠–١٥ % من الحجم يدخل بمدار كوكب بلوتو.لاحظ عالم البلازما الشهير هانز ألفين أن هناك كميات قليلة من الحبيبات تتصرف خلال الشحنات الكهربية كأيونات وكشكل من أشكال البلازما (بلازما مغبرة).



الشكل (٤) يوضح كيفية توليد البلازما

خصائص ومعالم البلازما

البلازما تتكون من جزيئات مشحونة تتحرك بحرية، بمعنى آخر، إلكترونات وآيونات، تشكلت في درجات حرارة عالية عندما انتزعت الألكترونات من الذرات المحايدة، البلازما شائعة في الطبيعة. على سبيل المثال، النجوم بالدرجة الأولى هي بلازما. البلازما "حالة رابعة من المادة" بسبب صفاتها وطبيعتها الفريدة، المتميزة عن المواد الصلبة والسوائل والغازات. تتفاوت كثافة ودرجات حرارة البلازما على نحو واسع [3].

يعتمد تكون البلازما على بعض العوامل الأساسيةو هى : معامل درجة التأين ، معامل درجة الحرارة ، كثافة البلازما و كذلك المجال المغناطيسى.

الأرض منبع البلازما حيث نرى أيونات الأكسجين و الهيدروجين و الهليوم تتدفق إلى الفضاء من مناطق قريبة من القطبين. اللون الأصفر الذي فوق القطب الشمالي يرمز إلى ضياع الغازات إلى الفضاء الخارجي. المنطقة الخضراء ترمز إلى شفق القطب الشمالي أو طاقة البلازما التي تتدفق عائدة إلى الأرض.

و يعتبر وصف البلازما على أنها وسط متعادل من الجسيمات سالبة و موجبة الشحنة، وصفاً ضعيفاً تعوزه الدقة وذلك لأن تعريف البلازما لابد أن يتضمن ثلاثة معايير مما يعطى دقة أكثر وهي :

١ ـ تقارب البلازما :

الجسيمات المشحونة يجب أن تكون متقاربة بدرجة أن لكل جسيم له أن يؤثر على الكثير من الجسيمات القريبة بدلاً من مجرد التفاعل مع أقرب الجسيمات (والتأثير الجماعي هي الصفة المميزة للبلازما). تقارب البلازما يكون له تأثير أقوى كلما كانت أعداد الإلكترونات داخل المجال المؤثر (يسمى كرة ديباي) لها نصف قطر من الجسيمات الكبيرة يسمى (طول ديباي). معدل عدد الجسيمات بمجال ديباي هو قيمة أو مقدار البلازما ويرمز على شكل "Λ".

٢ ـ حجم التفاعلات في البلازما:

حيث أن نصف قطر ديباي Debye صغير بالمقارنة بالحجم الطبيعي للبلازما الموجودة في الكون. وهذا يعنى أن مقدار التفاعلات الحادثة في قلب كتلة البلازما لها أهمية كبيرة عنها على حواف البلازما آخذين في الاعتبار تأثير ما يحيط بالبلازما من الوسط المحيط بها.

٣ ـ تردد البلازما:

تردد الإلكترونات في البلازما هو كبير بالمقارنة بتردد الإلكترون في حالته المتعادلة (ويقيس التردد البلازمي للإلكترون ويسمى موجات البلازما أو موجات لانغمویر تقيس كثافة الشحنة في محيط موصل مثل البلازما والمعادن. وينتج من الكمية في هذا التردد (البلازمون) وهو شبه جزيء للبلازما) أكبر من تردد الإلكترون بالحالة الطبيعية (بقياس موجات التصادم بين

الإلكترونات والجسيمات المحايدة) بهذه الحالة البلازما تتصرف بحماية شحناتها بسرعة (شبه محايد هو تعريف آخر للبلازما).

في العديد من الحالات التفاعلات بين الجزيئات المشحونة والجزيئات المحايدة مهمة في تقرير سلوك وفائدة البلازما. نوع الذرّات في البلازما، نسبة الجزيئات المؤينة إلى الجزيئات المحايدة وطاقة الجزيء تؤثر في طيف واسع من انواع البلازما ، وخصائصها وسلوكها. هذا السلوك يجعل من البلازما كونها مفيدة في كثير وفي عدد متزايد من التطبيقات المهمة في حياتنا وفي العالم من حولنا

تسلسل مقادير البلازما

تختلف قيم البلازما حسب القيم الأسّية، لكن خصائص البلازما قد تكون متقاربة جدا كما هو موجود بجدول مقياس البلازما. الجدول التالي يبين فقط البلازما الذرية التقليدية وليست الظواهر الغريبة مثل بلازما الكواركات لأن (هذه البلازما) تتميز بحالة نووية ذات كثافة مادية هائلة:

درجة تأين البلازما

التأين ضروري لتكوين البلازما، المقصود ب"كثافة البلازما" هي الكثافة الإلكترونية. بمعنى كمية الإلكترونات المتحررة لكل وحدة مساحة. درجة التأين هي كمية الذرات التي خسرت أو كسبت إلكترونات وتكون الحرارة هي العامل القوي المتحكم بذلك. لو أن جزءاً من الغاز بما يساوي ١% من الجزيء قد تأين فسوف يأخذ صفة شبه البلازما (بمعنى أنه متأثر بمجال مغناطيسي وهو موصل كهربائي قوي).

الحرارة

تقاس حرارة البلازما بالكلفن أو إلكترون فولت، وهي قياس للطاقة الحركة الحرارية لكل جزيء، كثيرا من الأحيان الإلكترونات تكون قريبة من حالة التوازن الحراري لأن الحرارة تكون واضحة المعالم. حتى بحالة الانحراف في معادلات ماكسويل لتوزيع الطاقة ومثال على ذلك: أشعة فوق البنفسجية ،الجسيمات النشطة أو مجال كهربائي قوي وبسبب التفاوت الكبير بالحجم الإلكترونات تأتي إلى حالة التوازن ديناميكا الحرارية بأنفسهم أسرع من أن يتحولوا إليها من خلال الأيون أو الذرات الطبيعية. لهذا السبب حرارة الأيونات تكون مختلفة عن حرارة

الإلكترون وعادة أبرد. وهذا معتاد ببلازما الأيونات الضعيفة حيث الأيونات تكون قريبة من الحرارة المحيطة.

استناداً للحرارة المرتبطة بالإلكترونات والأيونات والجسيمات المحايدة فإن البلازما يمكن تصنيفها على أنها الحرارية أو لاحرارية.

- البلازما الحرارية: تكون فيها الإلكترونات والأجسام الثقيلة بنفس درجة الحرارة أي أنهم بحالة التوازن الحراري مع بعضهم البعض ..
- البلازما اللاحرارية: تكون الأيونات والجسيمات المحايدة بحالة الحرارة المحيطة بها بينما الإلكترونات تكون أكثر حرارة بكثير.

وكما أسلفنا فإن الحرارة تتحكم بدرجة التأين بالبلازما. بالخصوص أن تأين البلازما محدد بدرجة حرارة الإلكترون المتصلة بطاقة التأين (وبدرجة أضعف بالكثافة). البلازما أحيانا يشار إليها بأنها حارة إذا كانت متأينة بدرجة تامة، أو باردة إذا كان جزئ بسيط (كمثال١%) من جزيء الغاز متأين ولكن التعريفات الأخرى للبلازما الحارة والباردة هي معروفة. حتى في حالة البلازما الباردة فإن درجة حرارة الإلكترون المثالية تكون حوالي عدة آلاف من الدرجات المئوية. البلازما المستخدمة في التكنولوجيا البلازمية عادة تكون باردة في هذا الصدد..

البرق هو مثال للبلازما الموجود على سطح الأرض. تفريغ البرق للكهرباء يكون عادة ٣٠,٠٠٠ أمبير، ويصل إلى ١٠٠ مليون فولت. يصدر منها الضوء و أشعة الراديو و أشعة سينية وحتى أشعة غاما. درجة حرارة البلازما بالبرق قد تصل ~٢٨,٠٠٠ كالفن (~٢٧,٧٠٠°C) وكثافة الإلكترون قد تتعدى ٢٤١٠/متر^3.

الجهد الكهربائي

بما أن البلازما موصل قوي للكهرباء فمقادير الجهد الكهربية ستأخذ دورا مهما. وبما أن الجهد موجود ما بين جسيمين مشحونين بالفضاء. فإذا وضع إلكترود أو قطب كهربي بالبلازما فإن الجهد بشكل عام سيتحرك بقوة إلى مادون جهد البلازما بسبب نشوء ما يسمى غشاء ديباي. بسبب جودة التوصيل الكهربي فإن المجال الكهربي للبلازما يصبح صغيرا جدا وهذا يفضي إلى مفهوم مهم لشبه الحياد والذي يقول إذا كانت كمية التقارب الحقيقية جيدة فالمفروض أن كثافة الشحنات السالبة تعادل كثافة الشحنات الموجبة خلال مساحة كبيرة من البلازما.

ممكن إنتاج بلازما ليست شبه محايدة فمثلا شعاع الإلكترون له شحنة سالبة. بالبلازما الكونية، حاجز ديباي يمنع المجال الكهربي من التأثير المباشر على البلازما خلال مسافة كبيرة (أبعد من طول ديباي). لكن ظهور الجزيئات المشحونة يجعل البلازما تولد وتتأثر بالمجال المغناطيسي. وهذا يسبب سلوكا معقدا مثل نشوء الطبقات المزدوجة التي تفصل الشحنات عن بعضها البعض خلال العشرات من أطوال ديباي. ديناميكا البلازما تتأثر مع المجالات المغناطيسية سواءا الخارجية أو المنتجة ذاتيا.

المغنطة

البلازما الممغنطة هي التي في مجال مغناطيسي قوي لدرجة أنه يؤثر على حركة الجسيمات المشحونة. المعيار الكمي المشترك هو أن الجسيم بالمتوسط يكمل على الأقل دورة كاملة حول المجال المغناطيسي قبل الاصطدام أو الالتحام (بمعنى $\omega ce / \nu coll > 1$)

حيث أن ωce هو عدد دورات الإلكترون حول المجال

و $\nu coll$ هو معدل اصطدام الإلكترون).

يكون بالعادة أن الإلكترونات ممغنطة والأيونات غير ممغنطة. البلازما الممغنطة(المغناطيسية) تكون مختلفة الخصائص بمعنى أن هناك خصائص تتوازى مع المجال المغناطيسي وهناك عمودية عليها. بما أن المجال الكهربي بالبلازما يكون ضعيفا بسبب قوة التوصيل، ولكنه يتوافق مع حركة البلازما بالمجال المغناطيسي بالمعادلة التالية:

$$E = -v \times B$$

(حيث أن E هو المجال الكهربي.. و v هو السرعة.. و B يعني المجال المغناطيسي) وهذا المجال الكهربي لم يتأثر بحاجز ديبي، ولكن على أطراف البلازما يكون المجال الكهربي أساسا صفر.

البلازما والفضاء

يعتقد العديد من الناس أن الفضاء بين الشمس وكواكبها فارغة لا تحتوي على شئ، فراغ مجرد من الطاقة أو المادة، لكن الفضاء ليس خاليا. تبعث الشمس البلازما بشكل ثابت، المادة في حالة ساخنة بشدة وتنتقل بكل الإتجاهات في سرعات عالية جدا لتنتشر في كامل النظام الشمسي وما بعده [4].

بدراسة العمليات التي تحدث في غلاف الأرض المغناطيسي (حيث حقل الأرض المغناطيسي له تأثير أعظم من حقل الشمس الواسع) وحول كواكب أخرى، نحن قادرون بشكل افضل على تقدير الدور المهم للبلازما في كافة أنحاء الكون البلازمي. يعتبر هذا المختبر الفضائي البلازمي نافذتنا إلى النجوم.

إن الغلاف المغناطيسي للارض مختفي عادة بسبب أن الهيدروجين المسيطر وآيونات الهليوم التي تصل في خلال الريح الشمسية لا تبعثر الضوء الى أطوال الموجة المرئية. على أية حال، تبعث المذنبات آيونات أثقل تكون مرئية والتي ينشأ عنها ذيل من البلازما الرائع الشكل . صور غلاف الأرض المغناطيسي تظهر كأنها منطقة تفاعل مذنب كبيرة جدا.

إن الشمس هو نجم متغير، خصوصا في نواتجه من الإشعاع فوق البنفسجي والأشعة السينية والجزيئات والحقول المغناطيسية. الإختلافات الكبيرة المرسلة يحدث في كافة الأنحاء التي تقع داخل نطاق تأثير الشمس، وتدعى هيلوسفير Heliosphere والتي تتضمن الرياح الشمسية وكل غلاف النظام الشمسي المغناطيسي. ويعتبر الطقس الفضائي هو دراسة لكيفية ومدى تأثير بيئة الفضاء على رواد الفضاء وعمليات الاقمار الصناعية وأنظمة الإتصال وشبكات الكهرباء الأرضية. على المدى البعيد، الطقس الفضائي يمكن أن يساهم في تغيير مناخ عالمي بصفة أولية من خلال التغير البطئ في الإشعاع الشمسي.

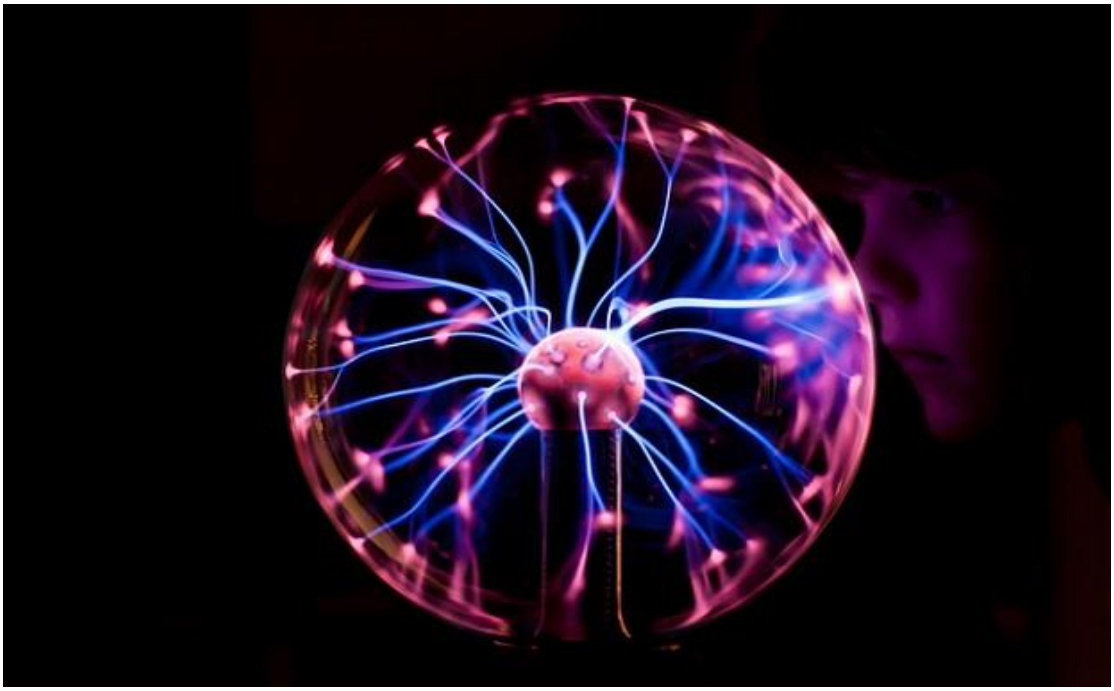
الشكل (٥) اصطدام موجات بلازما الشمس

بينما تتدفق الرياح الشمسية أمام غلاف الأرض المغناطيسي، يتفاعل مع الحقل الجيومغناطيسي ويعمل كمولد كوني الذي ينتج ملايين الأمبيرات من التيار الكهربائي. بعض هذا التيار الكهربائي

يصب في الغلاف الجوي العلوي للأرض الذي يضيئ مثل إنبوب نيون لخلق الشفق القطبي الجميل. إن الشفق دائما موجودا ذلك لأن مصدر الريح الشمسية متواجد دائما، وهم يشكلون حلقة من الإشعاعات ضمن الأيونوسفير تتمركز على كلا القطبين المغناطيسي في خط عرض عالي. على أية حال، عادة ما يروا ماعدا في الليل وأثناء العواصف الجيومغناطيسية. في منتصف الشتاء، سكّان فيربانكس وهي منطقة في الاسكا، يتمتعون بعرضين للشفق كل ثلاث ليالي.

ويمكن التحكم في البلازما عن طريق المجال المغناطيسي. كما أنها موصل جيد للكهرباء، فعند تمرير تيار كهربائي خلال البلازما واستخدام المجال المغناطيسي، يمكن بذلك اخضاع البلازما لقوة كهرومغناطيسية مشابهة لتلك التي يعمل بها المحرك الكهربي، وهذه القوة يمكن استخدامها بشكل فعال لزيادة سرعة البلازما ودفعها بسرعة عالية جدا قد تصل الى ٦٠ كيلومترا في الثانية، وبهذه الطريقة يتم انتاج قوة دفع يمكنها دفع أي مركبة فضائية في الفضاء.

ويطلق على هذا الجهاز الذي يقوم بتوليد وتسريع البلازما اسم صاروخ البلازما أو محرك البلازما أو «جهاز الدفع بالبلازما» Plasma Thruster، وهو عبارة عن صاروخ كهربائي لاعتماده على الطاقة الكهربية بدلا من احتراق الوقود. ويركز مختبر الدفع بالبلازما على دراسة الفيزياء المعقدة للبلازما وتطوير أنواع مختلفة من صواريخ البلازما.



الشكل (٦) يوضح موجات البلازما

وعن اهمية تقنية الدفع بالبلازما في المركبات الفضائية، يشير البروفسور شويري الى أن معظم الصواريخ المستخدمة حاليا في الفضاء هي صواريخ كيميائية (بوقود كيميائي) تعتمد على عملية الاحتراق، أي تحرق الوقود السائل داخل حجرة الاحتراق لإنتاج غاز كهربي محايد، يخرج كعادم من الصاروخ بسرعة لا تتجاوز ٣ كيلومترات في الثانية. وكلما كانت سرعة الغاز الخارج من الصاروخ عالية.

قلت نسبة الوقود المستخدم لدفع مركبة فضائية من مكان لآخر في الفضاء، ولذا نحتاج الى عدة أطنان من الوقود لإرسال مركبة فضائية كبيرة مأهولة أو على متنها معدات ثقيلة. أما اذا استخدمنا صاروخ البلازما الذي تصل سرعة العادم فيه الى ٦٠ كيلومتراً في الثانية، فان وزن المادة الدافعة يمثل جزءا صغيرا بالمقارنة بتلك التي يستخدمها الصاروخ الكيميائي. ولابد من الاشارة الى أن صواريخ البلازما تستخدم فقط في محيط الفضاء الخارجي، أي عند وصول المركبة الى المدار المخصص لها، لأننا ما زلنا نعتمد على عملية الدفع الكيميائي لإطلاق المركبات الفضائية من على سطح الأرض.

وقد ساعد استخدام الدفع بالبلازما في المدارات على توفير قدر هائل في كمية المادة المستخدمة في عملية الدفع والتي يجب اطلاقها، وهذا يعني توفيرا كبيرا في تكلفة عملية الاطلاق، اذ تصل تكلفة اطلاق كيلوغرام واحد من هذه المادة ما بين ٢٠ الى ٢٠٠ ألف دولار.

وعن توجهات دول العالم لتوظيف تقنية البلازما في رحلات الفضاء المقبلة يقول البروفسور شويري انه توجد اليوم أكثر من ١٧٠ مركبة فضائية تستخدم الدفع الكهربائي، وجزء متزايد منها يستخدم أجهزة الدفع بالبلازما، حيث يوجد الآن في الفضاء ٢٠ قمرا صناعيا للأغراض العلمية والتجارية تستخدم صواريخ البلازما للحركة في الفضاء أو لتعديل مواقعها. وتعتبر المركبة الفضائية Deep Space-1 التابعة لـ«ناسا» التي أطلقت عام ١٩٩٨ أول مركبة تستخدم صواريخ البلازما، وقد حققت مهمتها بنجاح باهر، حيث مكن المحرك الأيوني المركبة من السفر لمسافة ٣٢٠ مليون كيلومتر، ومن اعتراض أحد الكويكبات السيارة وأحد المذنبات، وقد استهلكت ٨٠ كيلوغراما فقط من الوقود. كما حققت السفينة الفضائية SMART-1 ـ التي أطلقتها وكالة الفضاء الأوروبية في سبتمبر (ايلول) ٢٠٠٣، نجاحا آخر ووصلت لأحد المدارات حول القمر في نوفمبر (تشرين الثاني) ٢٠٠٤، وقد استخدمت المركبة نوعا من صاروخ البلازما يطلق عليه Hall thruster، والذي استهلك ١٠ كيلوغرامات فقط من غاز الزينون xenon. كذلك استخدمت مركبة الفضاء اليابانية HAYABUSA Asteroid Explorer نوعا آخر من

المحركات الأيونية للوصول الى أحد الكويكبات السيارة مستهلكة ٢٢ كيلوغراما فقط من وقود غاز الزينون. وتعكس كل هذه المهمات الناجحة المزايا الواضحة لتقنية الدفع بالبلازما.

تتكون النجوم والسدم والمجرات من البلازما ولذلك من المتوقع أن تؤدي دراستها إلى استجلاء الخفي من أسرار الكون مثل كيف تولد النجوم وكيف تموت ؟

الرياح الشمسية وهي تسمية مجازية للطبقة الخارجية من الشمس ، وفيها تكون كل الذرات المادية في حالة تأين بسبب ارتفاع درجة الحرارة ، ويمكن القول أن الذرات قد فقدت حتى الكتروناتها الداخلية التي تجذبها النواة بقوة . تعمل الحرارة العالية على تحرير البلازما من جاذبية الشمس فتنطلق في الفضاء في كافة الاتجاهات وتبتعد لتصل إلى أبعد الكواكب المعروفة . تتحكم الرياح الشمسية ، التي تبلغ سرعتها حوالي ٤٠٠ كم / ث ، في شكل المجال المغناطيسي الأرضي ، وهي التي تسبب الطاقة الناجمة عن أحزمة الإشعاعات والعواصف المغناطيسية المحيطة بالكرة الأرضية.

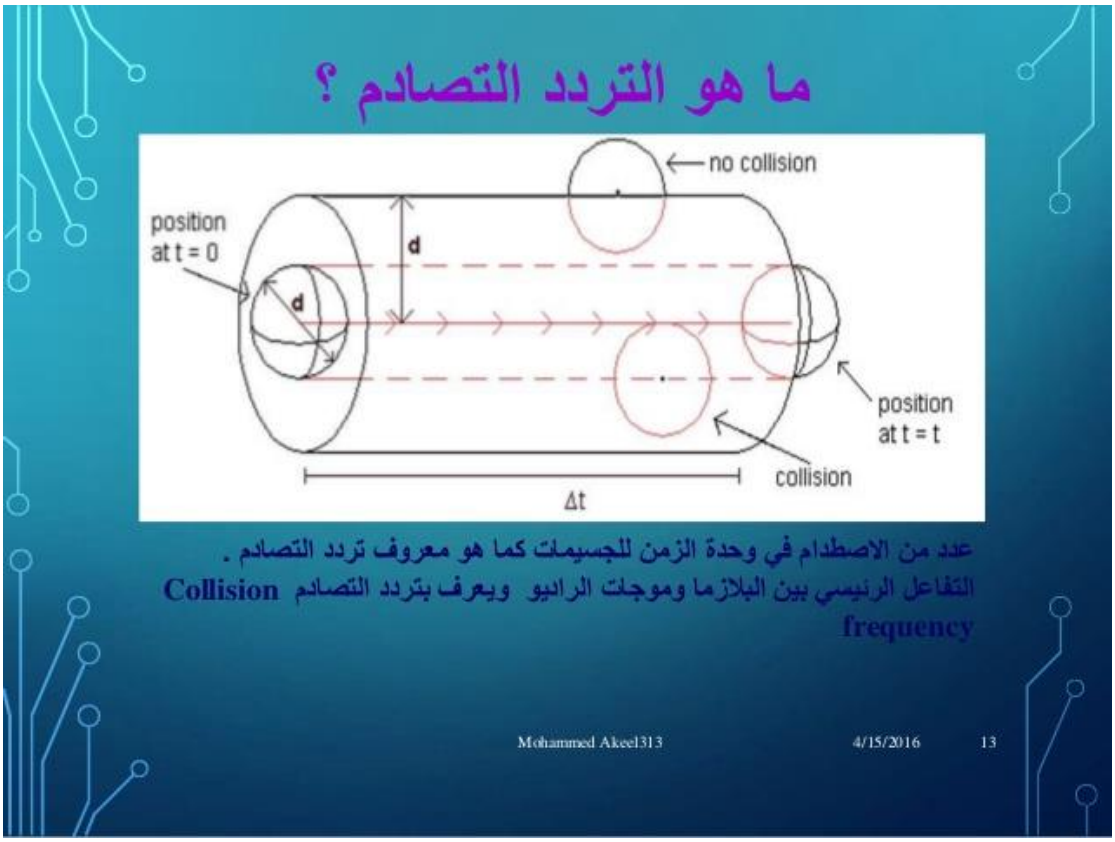
استخدام البلازما في الفضاء

إن جميع المركبات الفضائية التي أرسلت إلى المريخ هي مركبات آلية صغيرة الحجم زنة الواحدة منها قرابة كيلوغرام ويمكن إطلاقها من مدار أرضي منخفض أي يمكن إطلاقها إلى المريخ من أرتفاع يبلغ حوالي ٣٠٠ كم عبر أستخدام صواريخ كيميائية تقليدية تعتمد على أحتراق الوقود السائل داخل حجرة الإحتراق وتستنزف الغازات الحارة لتوليد قوة الدفع ، عندما يحين موعد إرسال بشر إلى المريخ يتطلب الآمر مركبة فضائية أكبر حجماً بعشرات المرات والحل الوحيد هو وجود صواريخ أكثر فاعلية.

وتبين أن صواريخ البلازما هي عبارة عن صاروخ كهربائي يعتمد على الطاقة الكهربائية بدلاً من أحتراق الوقود ويركز مختبر الدفع بالبلازما على دراسة الفيزياء المعقدة للبلازما وتطوير أنواع مختلفة من صواريخ البلازما ، وعن أهمية تقنية الدفع بالبلازما في المركبات الفضائية يشير الأستاذ شويري إلى أن معظم الصواريخ المستخدمة في الوقت الحالي في الفضاء هي صواريخ كيميائية تقليدية تعتمد على عملية الأحتراق أي بمعني حرق الوقود السائل داخل حجرة الأحتراق لإنتاج غاز يخرج كعادم من الصاروخ بسرعة لاتتجاوز ٣ كم / ث وكلما كانت سرعة الغاز الخارج من الصاروخ عالية قلت نسبة الوقود المستخدم لدفع مركبة فضائية من مكان لآخر في الفضاء ولذا نحتاج إلى عدة أطنان من الوقود لإرسال مركبة فضائية كبيرة مأهولة أو على متنها معدات ثقيلة .

أما إذا أستخدمنا صاروخ البلازما التي تصل سرعة العادم فيه إلى ٦٠ كم / ث فإن وزن المادة الدافعة يمثل جزءاً صغيراً بالمقارنة بتلك الصواريخ التقليدية.

ويتابع الأستاذ شويري قوله أنه توجد اليوم أكثر من ١٧٠ مركبة فضائية تستخدم أجهزة الدفع بالبلازما وتوجد كذلك في الفضاء في الوقت الحالي ٢٠ قمراً صناعياً للأغراض العلمية والتجارية تستخدم صواريخ البلازما للحركة في الفضاء وتعتبر المركبة الفضائية Deepspace.1 التابعة إلى وكالة ناسا التي أطلقت عام ١٩٩٨ م أول مركبة تستخدم صواريخ البلازما والتي حققت نجاحاً باهراً خير دليل على ذلك.



الشكل (٧) هوائي بلازموي

المبحث الثاني

حالات البلازما المعقدة

بالرغم أن المعادلات التي تحكم البلازما هي بسيطة نوعاً ما، إلا أن سلوك البلازما غير عادي ومتغير وفيه ذكاء. ظهور تصرف غير متوقع من شكل عادي هو تصرف طبيعي من نظام معقد، مثل هذه النظم تميل في بعض الأحيان في سلوكها ما بين النظام والفوضى، ومن الصعب وصفها سواءً عبر قوانين رياضية بسيطة أو بالعشوائية التامة. التشكيل العفوي من الميزات المكانية بالسلسلة الواسعة من الجداول الطويلة هو أحد مظاهر التعقيد بالبلازما. التشكيلات جميلة فمثلاً لأنها حادة جداً، التحيز بالمكان يكون متقطع(المسافة بين المجسمات أكبر من الأجسام نفسها) أو شكل كسري.

أغلب تلك الجسيمات تمت دراستها مخبرياً بادئ الأمر ومن ثمّ تعرف الناس عليها. أمثلة على تعقيدات وتركيب الأجسام بالبلازما يشتمل على [5]:

- **التفتيل**

الشروخ والقنوات أو الأشياء الضئيلة ترى في أغلب البلازمات مثل كرة البلازما و الشفق و البرق و التقوس الكهربي و وهج الشمس وبقايا الانفجار النجمي فهي ترتبط أحيانا مع أكبر كثافة موجودة وتسمى بالحبال المغناطيسية.

- **الكتل أو الطبقات المزدوجة**

الصفائح الضيقة ذات الحواف الحادة مثل الكتل أو الطبقات المزدوجة والتي تسبب التغير السريع بخصائص البلازما. الطبقات المزدوجة مسئولة عن تمركز الشحنات المنفصلة والتي تسبب الاختلاف الكبير بالجهد خلال الطبقة ولكن لا تولد أي مجال كهربائي خارجها. الطبقات المزدوجة تباعد بين مناطق البلازما المتقاربة بأشكال مختلفة وتكون موجودة بالعادة بالتيارات حاملة البلازما وهي تعجل سرعة الإلكترونات والأيونات.

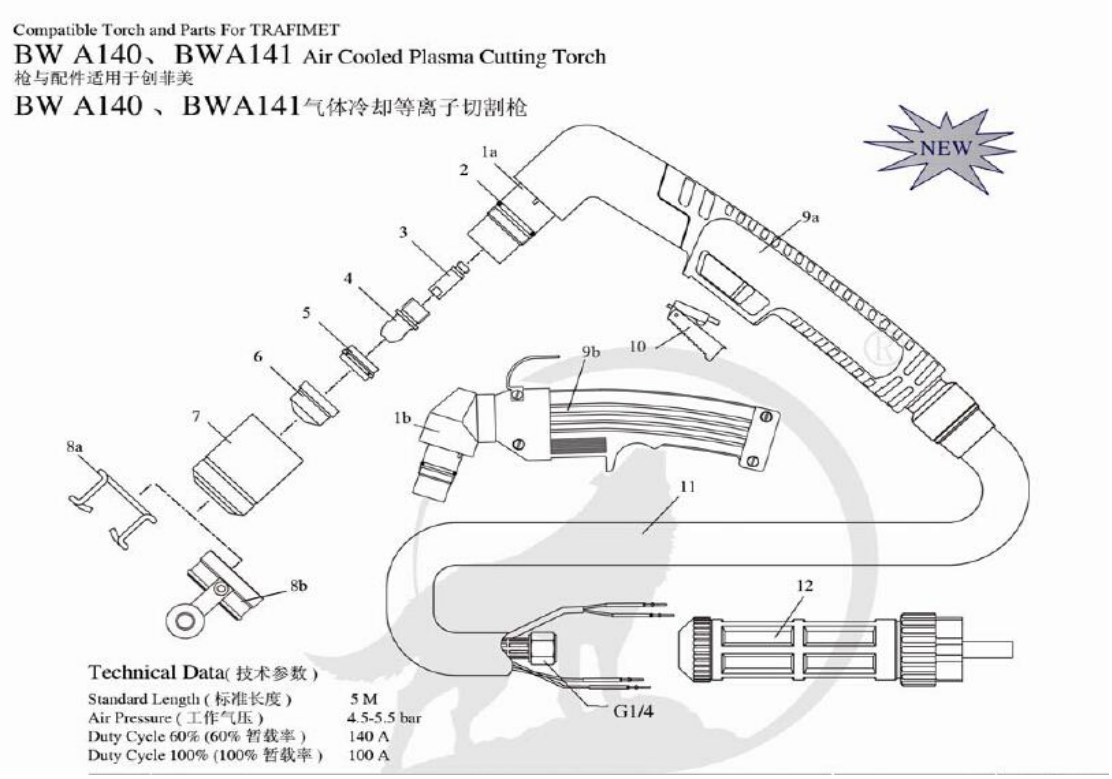
- **المجال الكهربي والدوائر**

خاصية شبه الحيادية بالبلازما تتطلب من تيارات البلازما أن تكون متقاربة من بعضها البعض بالدوائر الكهربية، هذه الدوائر تخضع لقانون كيرشوف للدائرة الكهربية وتحتوي على

مقاومة و عامل مستحث، تلك الدوائر يجب أن تعامل كنظام مزدوج قوي، كل منطقة بلازما مستقلة بسلوكها بالدائرة الداخلية، إنها الترابط القوي بين عناصر النظام معا مع عدم الاستقامة مما يقود إلى سلوك معقد. الدوائر الكهربية بالبلازما تخزن طاقة مستحثات(مغناطيسية). وان تكون تلك الدائرة معطلة فمثلا عند عدم استقرار البلازما، الطاقة المستحثة ستخرج كمسخن ومسارع للبلازما، وهذا هو تفسير الحرارة التي توجد بالهالة الشمسية. التيار الكهربي وبالتحديد المجال المغناطيسي المصطف مع التيار الكهربي(الذي أحيانا يشير إلى تيارات بيركلاند) تلاحظ عادة بالشفق الأرضي و في فتائل البلازما

- **سرعة التأين الحرجة**

هي السرعة النسبية ما بين البلازما المتأينة والغاز المحايد حيث يحصل التأين للغاز، عملية التأين الحرجة هي تقنية عامة للتحويل طاقة الحركية لدفق الغاز السريعة إلى طاقة البلازما أو التأين الحرارية. إذا ضخت طاقة أكثر فإن سرعة الذرات أو الجزيئات لن تتعدى سرعة التأين الحرجة حتى يكون الغاز كامل التأين هذه الظاهرة الحرجة هي حالة نموذجية من نظام معقد ويمكن أن تؤدي إلى ميزات مكانية أو زمانية شديدة.



الشكل (٨) تبريد الهواء بالبلازما

- **البلازما الشديدة البرودة**

ممكن إنتاج بلازما شديدة البرودة باستخدام الليزر لإمساك وتبريد الذرات المحايدة إلى درجة حرارة تعادل ١مللي كلفن أو أقل، وليزر آخر يأين الذرات بواسطة إعطاء الإلكترونات الأبعد طاقة كافية للخروج من مجالها الذري. النقطة المهمة في البلازما الشديدة البرودة هي معالجة الذرات بدقة بواسطة الليزر، والسيطرة على طاقة الحركة للإلكترونات المتحررة. باستخدام ليزر نبضي معين يمكن إنتاج طاقة إلكترون مقارنة لدرجة حرارة صغيرة تعادل ٠,١ ك، ونطاق التردد لليزر النبضي محدد سلفا. فالأيون يحافظ على درجة حرارة تساوي مللي كالفن في الذرة المحايدة. هذا النوع من البلازما الشديدة البرودة الغير متوازنة ينشأ بسرعة، ويضع أسئلة كثيرة لهذا السلوك بدون إجابة لها والتجارب أفضت إلى كشف ديناميكات غريبة وسلوك إعادة الارتباط مما زاد من حدود معرفتنا بعلم البلازما. إحدى الحالات الغير مستقرة للبلازما الغير مثالية هي حالة ريدبرج، الذي يشكل من تكثيف الذرات بالإثارة.

- **البلازما اللاحيادية**

الشبه حيادية هي مقدرة ومدى قوة الإلكترون وجودة التوصيل بالبلازما التي عادة تضمن تعادل في كثافة الشحنات السالبة والموجبة لكل نطاق محدد. أما البلازما المحتوية على كمية إضافية من كثافة شحنة معينة بحالات قصوى يتكون فقط لصنف واحد يسمى بلازما لاحيادية. بالبلازما المجال الكهربي هو المهيمن مثل حزمة الجزيئات المشحونة والغيوم الإلكترونية والبلازما البوزيترونية ، (هو جسيم مضاد مساوي لكتلة الإلكترون وذو شحنة موجبة) .

- **البلازما المغبرة والبلازما الحبيبية**

البلازما المغبرة تكون عادة بالفضاء الكوني وتتميز بوجود الغبار فيها فإذا صارت الجسيمات أكبر فتكون حبيبية وهي لها تصرفات البلازما.

وصف رياضي: لوصف حالة البلازما تماما نحتاج لنعرف أماكن وسرعة الجسيمات ووصف المجال الكهرومغناطيسي بمنطقة البلازما، لكن ليس من الضروري أن نفحص جميع الجسيمات بالبلازما، لهذا علماء البلازما يعطون بتفصيل أقل للنماذج المعروفة وهناك نوعين مهمين وهما.

١. نموذج الموائع

نموذج الموائع يصف البلازما من حيث الكميات السهلة مثل الكثافة و السرعة المتوسطة حول كل موقع. أحد نماذج الموائع البسيطة نظرية ديناميكية هيدرومغناطيسي(ديناميكيات الموائع الموصلة في مجالات كهربية ومغناطيسية شبه مستقرة، وهذه الموائع قد تكون معادن فلزية سائلة كالزئبق أو الفلزات القلوية المنصهرة أو قد يكون غاز ضعيف التأين أو بلازمات) وهي تتعامل مع البلازما كمائع وحيد محكوم بتركيبة من (معادلات ماكسويل و معادلات نافير-ستوك) الوصف الآخر هو نظام الموائع الثنائي. حيث أن الإلكترون والأيون يعاملان منفصلين عن بعضهما البعض. نظام الموائع عادة يكون دقيق إذا صار الاصطدام عالي بدرجة كافية لكي يصل توزيع سرعة البلازما مقاربة لقانون (توزيع ماكسويل بولتزمان). والسبب أن نظام الموائع يصف البلازما كمجرى واحد بدرجة حرارة محددة لكل موقع مكاني، فإنه لا يمكنه اصطياد سرعة الأجسام الفضائية مثل الشعاع أو الطبقات المزدوجة ولا يحل تأثير أجسام الموجات.

٢. النموذج الحركي

هذا النموذج يصف توزيع سرعة الجسيم لكل نقطة بالبلازما ولا نحتاج للافتراض بقانون توزيع ماكسويل بولتزمان. وصف الحركة ضروري للبلازما العديمة الاصطدام. هناك طريقتان معروفتان لوصف الحركة بالبلازما، الأولى تعتمد وظيفة التوزيع السهل على الشبكة في السرعة والموقع أما الأخرى فتسمى تقنية الجزيء في الخلية فتضم المعلومات الحركية بإتباع مسارات لعدد كبير من الجزيئات الفردية. نموذج الحركي أكثر كثافة حسابيا من نموذج الموائع، ويستخدم معادلة فلاسوف لوصف نشوء نظام الجزيئات بالبيئة الكهرومغناطيسية.

المبحث الثالث

التطبيقات التكنولوجية العملية للبلازما

شكل البلازما اساسا قويا لمجموعة من تطبيقات وأدوات التقنية المهمة بالإضافة إلى فهمنا وادراكنا لمعظم الكون من حولنا. فهي تزود الاساس والدعامة للتطبيقات الحالية مثل معالجة بلاسما أشباه الموصلات، تعقيم بعض المنتجات الطبية، المصابيح، الليزر، مايكرويف كهربائي عالي المصدر. وكذلك التطبيقات المحتملة المهمة مثل جيل الطاقة الكهربائية من الانشطار والسيطرة على التلوث وإزالة المواد الكيميائية الخطرة.

علم البلازما يستثمر تشكيلة متنوعة من مجالات العلم تتراوح من فيزياء البلازما إلى التطبيقات الكيميائية، الفيزياء الذرية والجزيئية، وعلم المادة. انتشارها وطبيعة تنوع حقول الدراسة تميّز طبيعة تكون البلازما، التي تتضمن الغازات المؤينة التي تتراوح من مؤين ضعيف إلى المؤين إلى حد كبير، ومن الاصطدامية إلى الثبات، ومن البرودة إلى الحرارة. هذه الشروط تميز تراوح البلازما المختلف من الغازات عالية الضغط نسبيا مع جزء صغير من الذرات المؤينة ومستوى قليل نسبيا من الجزئيات المشحونة بدرجات حرارة، على سبيل المثال، البلازما الستعملة في معالجة رقائق الحاسوب والاضاءة، إلى تلك الغازات ذات الكثافة المنخفضة جدا مع جزء كبير من ذرات الغاز المتأين والمشحونة بدرجة حرارة عالية جدا، على سبيل المثال، بلازما الإنشطار.

الأنواع المختلفة للبلازما تشكل اساس التطبيقات المتنوعة والظواهر الطبيعية المختلفة. على كل حال، العديد من الاعتبارات الاساسية لتنوع المجالات الواسعة التي تميز العديد من البلازما سواء الطبيعية منها او الصناعية والتي هي مهمة في حياتنا [6].

إن التنوع الذي يتضمن "علم بلازما" يجعل الموضوع صعب التمييز. على أية حال، هو ذلك التنوع نفسه الذي يجعله المساهم المهم في تشكيلة واسعة من التطبيقات والتطور التكنولوجي. تحت قائمة العديد من التطبيقات التقنية للبلازما.

التطبيقات الاساسيه للبلازما

1 - معالجة الأسطح:

مع زيادة المنافسة في تصنيع منتجات عالية الجودة، أصبح الشكل النهائي للتصنيع يمثل مقياس للتفضيل بينها، لذا كانت البلازما خياراً مناسباً لتلميع وضبط استواء الأسطح، وذلك لأن البلازما تحتوي على جزيئات ذرية دقيقة للغاية، فيتم تحفيز تلك الجسيمات باستخدام التيار الكهربي أو الموجات قصيرة التردد، ومن ثم يتم توجيهها نحو السطح المراد تلميعه، فتكون النتيجة سطح مستوٍ بشكل فائق الأناقة، حيث تعمل الجسيمات الذرية وكأنها مطارق صغيرة تعمل على طرق السطح الذي تصطدم به.

الشكل (٩) الة الرش لمعالجة السطوح

2 - قطع المعادن:

تعد طرق القطع التقليدية ذات كفاءة ضعيفة عند مقارنتها بالبلازما، فعند مقارنة أسنان منشار عادي بجزيئات قطرها يقاس بالفيمتومتر (ألف ترليون جزء من المتر ١٠-١٥) فإنه بالتأكيد سيكون المنشار الأنحف هو الأدق في القطع، أضف إلى ذلك أن الطرق التقليدية تعجز أمام المعادن ذات السمك الكبير، كما نجد أن طرق القطع بالبلازما أكثر دقة من الطرق التقليدية، وهناك أجهزة قطع يمكن التحكم بها من خلال برامج الحاسوب، وهذا يعطي نتائج أكثر دقة من التحكم اليدوي بالقطع.

الشكل (١٠) ماكينة قطع المعادن بواسطة البلازما

3 - وصل المعادن:

كما تقوم البلازما بالقطع، يمكن أيضاً أن تستخدم في الوصل، حيث يستخدم قوس البلازما في عمليات اللحام الضخمة، وهو أمر شائع في المنشآت الصناعية الكبيرة، حيث يتيح قوس البلازما حرارة تصل إلى ٢٥ ألف درجة مئوية، مما يجعل لحام قضبان الحديد ذات السماكة الكبيرة أمراً ممكناً. وتتم عملية اللحام من خلال تذويب معدن في الفجوة التي بين القطعتين المراد توصيلهما وذلك عن طريق الحرارة العالية التي تولدها جسيمات البلازما المقذوفة من قوس اللحام.

4 - تصنيع الدوائر الإلكترونية:

تحتوي الرقاقات الإلكترونية التي نستخدمها ضمنياً داخل الأجهزة الإلكترونية على البلايين من الترانزستورات، ولكي يتم وضع هذا الكم الهائل من الدوائر في تلك المساحة الضيقة، لا بد من أداة فائقة الدقة تقوم بنحت الخريطة الإلكترونية التي تمثل الدائرة، وبالفعل يتم استخدام البلازما لصنع تلك المسارات، فالجزيئات الذرية تمثل أدوات حفر ممتازة إذا تم تحفيزها لذلك، وفي نفس الوقت تفوق دقتها أية أداة حفر أخرى.

تستخدم البلازما ذات درجات الحرارة المنخفضة فى العديد من المجالات الهامة على سبيل المثال، معظم الدوائر المتكاملة المعقدة جدا والتى تدخل فى تركيب كل جهاز الكترونى، هذه الدوائر الالكترونية تحتوى على عشرات الالاف من الترانزستورات والمكثفات موصلة ببعضها البعض بواسطة اسلاك قطرها فى حدود ٠,١ ميكرومتر، هذا النوع من التكنولوجيا الدقيقة

والمعقدة تصنع باستخدام البلارما، حيث تقوم البلازما بنحت الدوائر الالكترونية على شريحة السيليكون بناءا على القناع المعدنى الموضوع امام الشريحة.

حيث أن الالكترونات داخل البلازما حرة الحركة وطاقتها اعلى من الايونات الموجبة فإنها تصل إلى اطراف البلازما بسرعة وتقوم بدورها بجذب الايونات الموجبة اتجاهها وتعجلها باتجاه الشريحة وعند اصطدام الايونات الموجبة بالمناطق المكشوفة على الشريحة تقوم بنحتها، وبعدها يستبدل القناع المعدنى باخر مطبوع عليه الدوائر الكهربية الخاصة بالطبقة الثانية وهكذا بالنسبة للطبقة الثالثة والرابعة والخ حتى تتم عملية النحت.

هنالك طريقة اخرى متبعة وهى تعتمد على استخدام مركب Carbon tetra fluoride CF4 كمصدر لانتاج البلازما، وعندها يتحول هذا المركب إلى اجزاء

اخرى منها ذرات الفلورين. هذه الذرات تتفاعل مع ذرات السيليكون المكونة للشريحة وتكون مركب جديد هو Silicon tetra fluoride والذى يمكن ازالته اثناء عملية الضخ. يتضح مما سبق أن هذه الطريقة هى عملية كيميائية تقوم فيها ذرات الفلورين بالتهام السليكون المراد ازالته. وهذه العملية اسرع من عملية النحت المذكورة سابقا.

الشكل (١١) تصنيع الدوائر الألكترونية بالبلازما

وتجدر الاشارة إلى أن البحث والتطوير جارى منذ عام ١٩٨٠ وحتى الأن للحصول على بلازما منتظمة لتغطى اكبر مساحة ممكنة حيث كانت شريحة السيليكون المستخدمة قديما تبلغ ٢سم٢ اما الأن فهى تصل إلى ٢٠سم٢، وهذه البلازما لها استخدامات عديدة فهى تستخدم فى شاشات اجهزة الكمبيوتر المتنقلة Notebook computer كمصدر ضوئى، والتى ادت إلى تطور كبير فى مجال تكنولوجيا شاشات العرض. ويسعى العلماء حاليا للحصول على شاشة مساحتها ١متر

مربع وسمكها لايزيد عن ٤-٥ سم لاستخدامها كشاشة تلفزيون يمكن تعليقها فى المنازل والمحلات دون ان تشغل حيز من الغرفة، وهذا سوف يتحقق بالوصول إلى بلازما متجانسة على مساحة ١متر مربع.

5 - الجراحة باستخدام البلازما

من خلال مشرط بلازمي صغير يمكن عمل فتحات في الجسم لإجراء العمليات الجراحية بسهولة، ويتميز هذا المشرط البلازمي على الشريحة المعدنية التقليدية، فهو يقوم بالقطع دون ملامسة الجسم من خلال طاقة البلازما الحرارية والحركية، ويعد أكثر دقة من المشرط العادي، كما أنه آمن لأنه محدد بنطاق تأثير معين بحيث لا يحرق الأنسجة الجانبية أو يقوم بقطع مناطق خاطئة، فهو يؤثر بعمق لا يتعدى ٠,٣ ملم لذلك لن يخترق المناطق الحساسة، ويمكن استخدامه في جراحة الأعصاب التي تتطلب حساسية عالية.

6 - مصابيح البلازما:

أبسط مصابيح البلازما هي مصابيح النيون التي نستخدمها في المنزل بصورة عادية، وهي تستخدم بلازما ذات طاقة ضعيفة نسبياً، أما وهج البلازما ذو الطاقة العالية فيتمثل في كرة البلازما، أو ما تسمى بظاهر الهيولي، وتكون نتيجة لحركة الإلكترونات النشطة ما بين التراخي والاستثارة، فينتج عن ذلك طيف من الغاز المثار يعبّر عن طاقته بألوان خلابة كما هو الحال في ظاهرة الشفق القطبي.

ولا يقتصر استخدام البلازما على ما ذكرنا حيث تتعدد تطبيقاتها وتختلف باختلاف نوع البلازما ودرجة حرارتها فالبلازما التي في الشمس غير تلك التي تضيء منازلنا، وقد انتشر استخدامها مؤخراً في العديد من المجالات بالرغم من قدم وجودها مع ظواهر الطبيعة مثل البرق، والشفق القطبي. كما أنها موجودة في الفضاء المحيط بنا بصورة كثيفة. ولا نزال نرى يوماً بعد يوم المزيد من تطبيقات البلازما في حياتنا [9,10].

7 - المحافظة على نظافة البيئة

تستخدم البلازما حاليا فى العديد من الدول المتقدمة فى التخلص من المواد السامة الملوثة للبيئة معتمدين على العمليات الكيميائية الفريدة التى تتم داخل البلازما. حيث يمكن ان تقوم البلازما بتحويل المواد السامة المنبعثة من مداخن المصانع ومن عوادم السيارات مثل غاز اكسيد الكبريت

(SO) واكسيد النيتريك (NO) إلى مواد غير سامة. فعلى سبيل المثال غاز NO قبل ان يخرج من المدخنة إلى الغلاف الجوى، توجه عليه حزمة من الالكترونات ذات طاقة عالية من جهاز مثبت فى منتصف المدخنة تعمل على تأيين الغازات الموجودة (المادة السامة NO والهواء) أى تحولها إلى حالة بلازما. وقبل خروجها إلى الجو تكون مرحلة التأيين قد انتهت وتتكون جزيئات النيتروجين والاكسجين نتيجة لعملية اعادة الاتحاد. وبهذا نكون قد حولنا الغازات الملوثة إلى غازات نافعة وبتكاليف قليلة [7].

بعض التطبيقات التجارية والصناعية للبلازما

لمعالجة الإشعاع مثل:-

- تنقية المياه
- نمو النباتات

المعالجة الحجمية مثل:-

- معالجة الغاز المسال
- معالجة النفايات

المعالجة الكيميائية مثل:-

- ترسيب رقائق الماس
- بودرة السيراميك

مصادر الضوء مثل:-

- مصابيح الكثافة العالية
- مصابيح الضغط المنخفض
- مصادر إضاءة خاصة

في الطب مثل:-

- معالجة السطوح
- تعقيم الآلات الطبية

المبحث الرابع

التطبيقات الصناعية للبلازما في حياتنا

- **شاشات عرض البلازما**

مبدأ عمل شاشات البلازما يعود إلى العام ١٩٦٤ في جامعة الينويز الأمريكية، ولم تكن الفكرة اكبر من شاشة مكونة من نقطة ضوء تم منذ ذلك اوقت وحتى نهاية الستينات العمل على تطوير شاشة متكاملة من نقط الضوء هذه وهذه الشاشة كانت صغيرة وتعطي صور غير واضحة وكانت فكرة الحصول على شاشة مسطحة وكبيرة وجودة عالية في ذلك الوقت كمشهد من الخيال العلمي، ولكن مع تطور العالم الرقمي تم الوصول إلى شاشات عالية الجودة وتغطي مساحة كبيرة حديثا سمعنا على شاشات تلفزيونية من نوع اخر تسمى شاشات البلازما plasma flat panel display هذه الشاشات يمكن ان تصل الى ٦٠ انش أو أكثر وسمكها لا يزيد عن ١٥ سنتيمتر ويمكن تعليقها على الجدار كالصورة هذا بالاضافة إلى العديد من المزايا والخصائص التي تعطي رفاهية ومتعة مشاهدة أكثر من التلفزيونات التقليدية، فمنذ أكثر من ٧٠ عاماً اعتمدت اجهزة التلفزيون على شاشات الكاثود Cathod ray tube. حيث تتكون شاشات الكاثود من مدفع الكتروني في انبوبة مفرغة وتنطلق الالكترونات المعجلة باتجاه شاشة فسفورية، وباستخدام مجالين كهربيين متعامدين يمكن مسح الشعاع الالكتروني على الشاشة بمعدل يصل الى ٢٥ مرة في الثانية، تعمل الالكترونات عند سقوطها على ذرات الفسفور المونة للشاشة على اثارتها مما تجعلها تعطي ضوء لتتخلص من اثارتها. هذا الضوء المنبعث من تلك العناصر الضوئية (ذرات الفسفور) تكون الصورة التي نشاهدها. هذه الصورة التي نحصل عليها من شاشات الكاثود صورة واضحة ومقبولة ولكن حجم الشاشة الكبير مما يعني عمق كبير لجهاز التلفزيون ويصبح الجهاز ثقيل ويشغل حيز كبير من الغرفة الموجود بها [8].

ميزات شاشات البلازما

وزن الشاشة خفيف ومسطحة تماماً وسمكها لا يزيد عن ١٥ سنتيمتر مما يجعل تعليقها على الجدران ممكن. مدى رؤية كبير يصل إلى ١٦٠ درجة وصورة واضحة والوان زاهية ودقة عالية.

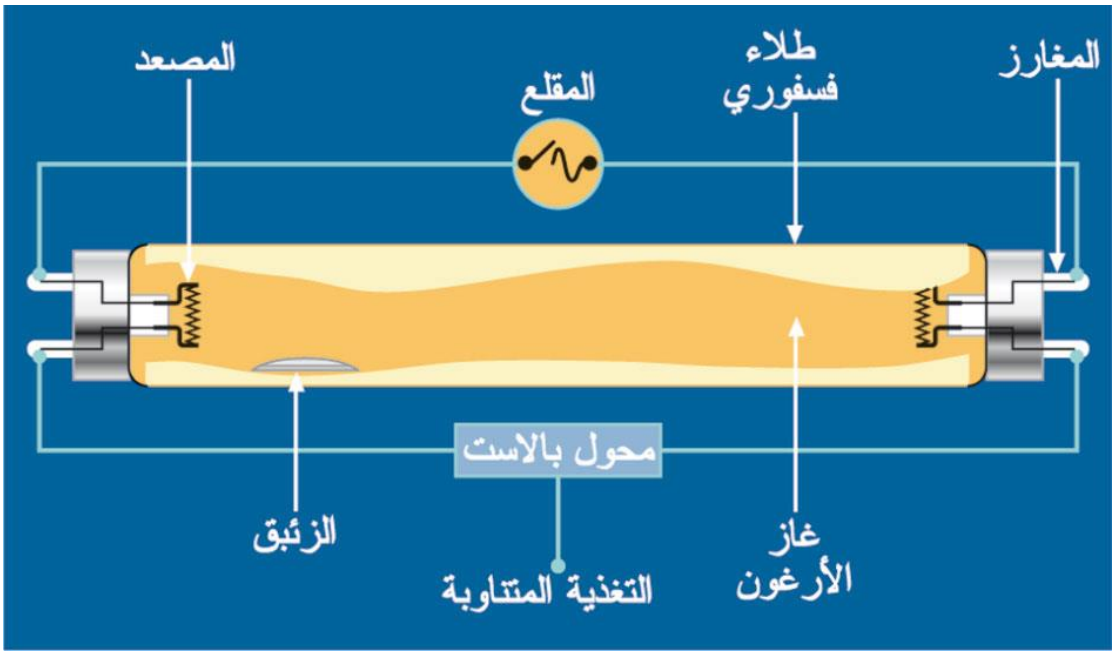
لا تتأثر بالمجالات المغناطيسية حولها وبالتالي يمكن تثبيت نظام سمعي عالي الجودة دون القلق على التأثير المغناطيسي للسماعات على الشاشة.

عيوب شاشات البلازما

هذه الشاشات تصنيعها معقد وتكنولوجيا متقدمة وباهظة الثمن حيث سعرها يتراوح من ٤٠٠٠ دولار الى ١٥ ألف دولار ولكن تدريجيا سيهبط السعر مع انتشارها واستبدالها بالشاشات التقليدية

- **مصباح فلوريسنت**

مصباح الاضاءة الفلوريسنت هو المصباح الذي يعتمد في إضاءته على التفريغ التألقي حيث يعمل ببخار الزئبق عندما يمر به تيار كهربي يطلق اشعة فوق بنفسجية تصطدم بالمادة الفلورية التي تغطي السطح الداخلي للمصباح فيضيئ بلون أبيض ويختلف عن مصباح النيون [9].



الشكل (١٢) مصباح فلوريسنت

انواعه

١- مصباح نيون (مصباح شمعة طويل) : وهو يعمل بمحول إما عادى أو الكترونى

٢- المصابيح المدمجة : أو المصباح الحلزونى وهو يعمل بنفس طريقة النيون ولكن يتميز بصغر حجمه وإضاءته في نفس وقت تشغيله وهذا بفضل شيء يدعى المحلول الإلكتروني وهو يأخذ شكل حلزونى ويتم تركيبه عبر داوية قلاووظ عادية أو دواية مسمارية. يتكون مصباح الفلورسنت من أنبوب زجاجي مجوف يحتوي على غاز بخار الزئبق تحت ضغط منخفض جدا «وهذا يساعد على إبقائه على هيئة غاز»، يحتوي الوجه الداخلي للإنبوب على مادة فوسفورية

تقوم بامتصاص الأشعة الفوق البنفسجية التي تطلق لدى مرور تيار في غاز بخار الزئبق، وتطلق موجات ضوئية بجميع الأطوال الموجية مما ينشئ لون أبيض.

يوجد في طرفية مصباح الفلورسنت فتيلتي تنغستين عاديتين كل واحدة يستخدم منها طرفين.

يمر التيار من المصدر الرئيسي إلى الجوك والذي يحكم التيار ويمنع مرور تيار مرتفع ثم يمر إلى أحد طرفي المصباح ويوصل الطرف الآخر مباشرة بمصدر التيار، بسبب كون الغاز بارد فإن الإلكترونات ستلاقي مقاومة للمرور عبر الغاز، لهذا ستمر عبر الفتيلتين ثم عبر المكثف ومصباح النيون، وضع المكثف ليمنع كل التيار من الوصول إلى مصباح النيون، بمرور التيار عبر الفتيلتين سيسخنان بشكل كبير «تلك اللحظة التي يحمر فيها طرفي المصباح»، ومعروف أن الإلكترونات تكون سريعة في المواد الساخنة، سيجعل ذلك عملية قذف الإلكترونات أسهل ليمر عبر الغاز فتمر أول دفعة «تسخن الغاز قليلا» ثم تقل درجة حرارة الفتيلتين فينتقل مرة أخرى إلى الستارتر، لتسخن الفتيلتين من جديد وينتقل الدفعة الثانية من الإلكترونات عبر الغاز. تتكرر هذه العملية عدة مرات حتى يسخن الغاز بشكل كاف ليكون مرور اللإلكترونات عبره أسهل من مرورها عبر الستارتر «لهذا يومض المصباح عدة مرات قبل أن يعمل».

مميزات مصابيح الفلورسنت :

١) استهلاك قليل للطاقة الكهربائية.

٢) عمرها الافتراضي أضعاف عمر المصباح المتوهج.

٣) إنارتها جيدة.

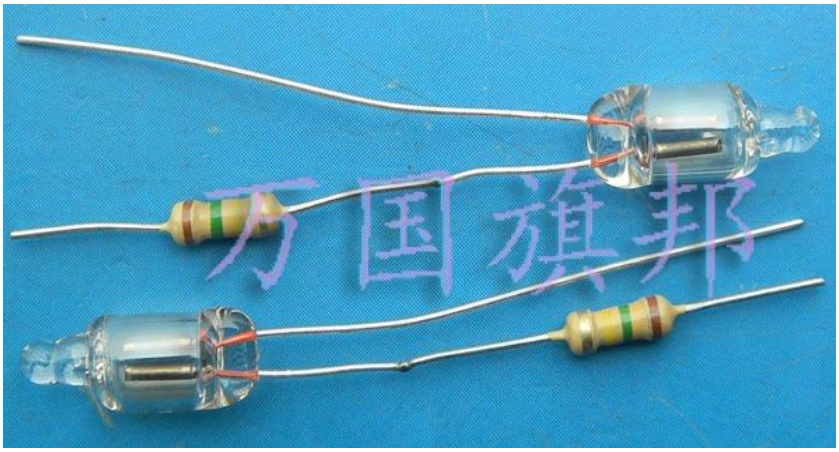
٤) يفضل استخدامها في المواقع التي تحتاج إضاءة لمدة تزيد عن ٤ساعات يوميا مثل واجهات المحلات والمنازل لتقل تكلفة استخدام الكهرباء إلى النصف.

مخاطر مصابيح فلورنست

يوجد بداخل اللمبة زئبق سام يؤدي في حال استنشاقه إلى صداع نصفي أو نوع من الغير الاتزان "الترنح" وكثير من الذين لديهم حساسية مفرطة تأتيهم أمراض جلدية من مجرد التعرض لها كما حذرت الوزارة من عدم تنظيف اللمبة المحطمة بالمكنسة الكهربائية وذلك بسبب احتمال تناثر غبار تلك المكنسة في حال تنظيف غرف البيت الأخرى بل يجب التنظيف بواسطة فرشة عادية ومجرفة وتوضع في لفافة مغلقة جيدا.

- **مصابيح النيون**

هو مصباح كهربائي اخترعه العالم الفرنسي جورج كلود سنة ١٩١١. مصباح النيون يختلف عن المصباح الكهربائي المشتعل بسلك التنجستين وعن مصباح الفلوريسنت إذ أنه يتميز عنه بأنه لا يصدر حرارة ولا يستهلك كثيراً من الطاقة لذلك تجده شائعاً في المحطات واللافتات والواجهات ومع ذلك يتفوق عليه مصباح التنجستين في وضوح الرؤية. ويحدث في مصباح النيون تفريغ كهربائي حيث يصنع المصباح بتفريغ جو المصباح من الهواء ثم ملئه بغاز النيون ويكون تحت ضغط خفيف. ويستعمل هذ الاسم أحيانا مع مصابيح تعمل بغازات خاملة أخرى غير غاز النيون تستخدم لإعطاء ألوان أخرى للضوء الصادر [10].



الشكل (١٣) مصباح نيون

فكرة العمل

يُرسل تيار كهربائي ضعيف سواء كان تياراً مستمراً أو متردداً داخل الأنبوب، فيتوهج بضوء أحمر برتقالي. وتوليفة الغاز العادية تحتوي على ٩٩,٥% نيون و٠,٥% أرجون، ويتميز الأرجون بأنه يضيء عند جهد كهربائي ابتدائي منخفض عن النيون النقي. ولابد أن يصل لالجهد الكهربائي أولاً إلى الجهد الابتدائي لكي تبدأ الإضاءة. وهذا هو ما يسمى بعملية التفريغ الكهربي(التفريغ التألقي).

بمجرد أن تبدأ الإضاءة ينخفض التيار الكهربائي المستهلك بنسبة ٣٠%، وعندما يكون التيار المستخدم تياراً مستمراً فإن القطب السالب هو الذي يضيء. وعندما يكون التيار تياراً متردداً يضيء القطبان معاً. وتوهج لمبة النيون ناتج عن توهج التفريغ الكهربائي (أي تتسارع الإلكترونات داخل الأنبوب في غاز مخلخل تحت ضغط منخفض فتصطدم بذرات الغاز الذي

يتأين ويصدر الأشعة الضوئية). وأما مصابيح الزئبق ومصابيح الهالوجين فتستعمل تيارات كهربائية أعلى من مصباح النيون.

ولهذا فيجب أن تحتوي الدائرة الخارجية عل مقاومة مثلاً للحد من استمرار التيار في الارتفاع داخل الأنبوب ويحترق المصباح. وفعلا بالنسبة لمصابيح النيون الصغيرة التي تستخدم كعلامة صغيرة لمرور تيار (مثلاً في المكواة) فهي مزودة بمقاومة كهربائية خارجية للحد من التيار. وأما علامات النيون ذات الأنابيب الطويلة فهذه تزود بمحول كهربائي خصيصاً لتقليل التيار على الملف الثانوي.

الاستخدامات

لمبات النيون العادية المستخدمة في المنزل تعتمد على مادة الفوسفات والتي تكون على شكل بودرة بيضاء بحيث تمنع خروج الإشعاعات القصيرة الضارة من موجة الأشعة فوق البنفسجية إلى الخارج وتعطي لون مناسب لما هو مرغوب مثل أبيض ساخن أو أبيض ناصع أو أبيض ثلجي وتعتبر هذه الخلطة من مواد هي أحد أسرار الشركات المصنعة.

الاختلاف في جودة لمبات النيون هو في العمر الافتراضي للمصباح إضافة إلى كمية مادة الفسفور وخلطتها ضمن المصباح.

مصابيح توفير الطاقة المنتشرة في الأسواق تعتمد على نفس المبدأ ولكن بطريقة مختلفة في الشكل والتصميم.

عندما يكون التيار أقل من الحد الأدني لمرور التيار (جهد الابتداء) يصير وهيج التفريغ غير مستقر ومتقطع وغير متواصل بين القطبين، وهذا معناه أن المصباح أصبح قديماً. وقد استُغلت تلك الظاهرة في ابتكار المصابيح المُسرجة (ذات الضوء المذبذب) من نوع النيون. وبينما يسبب التيار الضعيف إضاءة مذبذبة، تعمل زيادة التيار على تآكل القطبين.

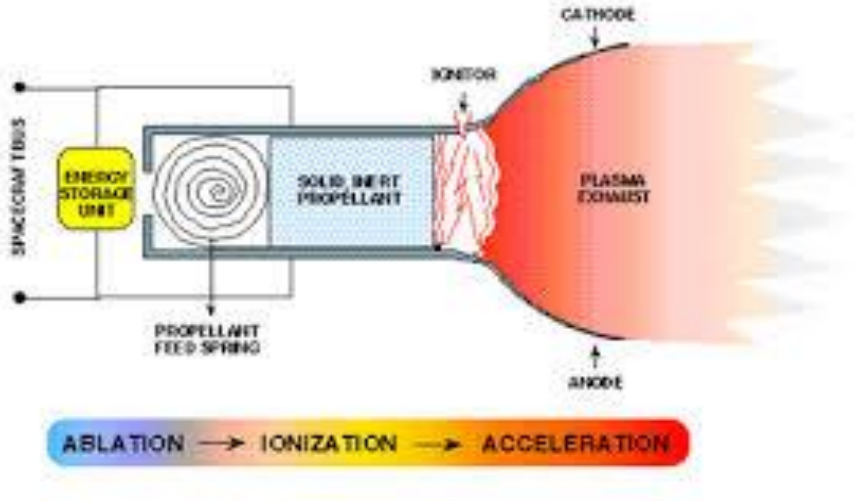
أخطاره

أخطر ما في مصابيح النيون ومصابيح توفير الطاقة هو إمكانية خروج الأشعة فوق البنفسجية ذات الموجة القصيرة بعد فترة من الاستخدام وهو ما قد يكون ذا أضرار كبيرة على الجسم والعين حيث يمكن أن يسبب العمى أو سرطانات جلد (نفس مفعول أشعة الشمس الداخلة إلى

الأرض من ثقب الأوزون).تناثر دقائقه المعدنية وترسبه على السطح الداخلي للأنبوب فيعتم مع الوقت.

- **جهاز الدفع الصاروخي في البلازما**

البلازما عبارة عن تجمع من جسيمات سالبة (الكترونات) وأخرى موجبة (أيونات)، وهي بذلك تمتلك خواص تختلف اساسا عن التي يمتلكها الغاز المحايد (ليس له شحنة كهربية)، ويمكن التحكم في البلازما عن طريق المجال المغناطيسي. كما أنها موصل جيد للكهرباء، فعند تمرير تيار كهربائي خلال البلازما واستخدام المجال المغناطيسي، يمكن بذلك اخضاع البلازما لقوة كهرومغناطيسية مشابهة لتلك التي يعمل بها المحرك الكهربي، وهذه القوة يمكن استخدامها بشكل فعال لزيادة سرعة البلازما ودفعها بسرعة عالية جدا قد تصل الى ٦٠ كيلومترا في الثانية، وبهذه الطريقة يتم انتاج قوة دفع يمكنها دفع أي مركبة فضائية في الفضاء [11].



الشكل (١٤) جهاز الدفع الصاروخي

ويطلق على هذا الجهاز الذي يقوم بتوليد وتسريع البلازما اسم صاروخ البلازما أو محرك البلازما أو «جهاز الدفع بالبلازما» Plasma Thruster، وهو عبارة عن صاروخ كهربائي لاعتماده على الطاقة الكهربية بدلا من احتراق الوقود. ويركز مختبر الدفع بالبلازما على دراسة الفيزياء المعقدة للبلازما وتطوير أنواع مختلفة من صواريخ البلازما.

وبالنسبة الى أهمية تقنية الدفع بالبلازما في المركبات الفضائية، فإن معظم الصواريخ المستخدمة حاليا في الفضاء هي صواريخ كيميائية (بوقود كيميائي) تعتمد على عملية الاحتراق، أي تحرق

الوقود السائل داخل حجرة الاحتراق لإنتاج غاز كهربي محايد، يخرج كعادم من الصاروخ بسرعة لا تتجاوز ٣ كيلومترات في الثانية. وكلما كانت سرعة الغاز الخارج من الصاروخ عالية، قلت نسبة الوقود المستخدم لدفع مركبة فضائية من مكان لآخر في الفضاء، ولذا نحتاج الى عدة أطنان من الوقود لإرسال مركبة فضائية كبيرة مأهولة أو على متنها معدات ثقيلة.

أما اذا استخدمنا صاروخ البلازما الذي تصل سرعة العادم فيه الى ٦٠ كيلومتراً في الثانية، فان وزن المادة الدافعة يمثل جزءا صغيرا بالمقارنة بتلك التي يستخدمها الصاروخ الكيميائي. ولابد من الاشارة الى أن صواريخ البلازما تستخدم فقط في محيط الفضاء الخارجي، أي عند وصول المركبة الى المدار المخصص لها، لأننا ما زلنا نعتمد على عملية الدفع الكيميائي لإطلاق المركبات الفضائية من على سطح الأرض.

وقد ساعد استخدام الدفع بالبلازما في المدارات على توفير قدر هائل في كمية المادة المستخدمة في عملية الدفع والتي يجب اطلاقها، وهذا يعني توفيرا كبيرا في تكلفة عملية الاطلاق، اذ تصل تكلفة اطلاق كيلوغرام واحد من هذه المادة ما بين ٢٠ الى ٢٠٠ ألف دولار.

وتعتبر المركبة الفضائية Deep Space-1 التابعة لـ«ناسا» التي أطلقت عام ١٩٩٨م أول مركبة تستخدم صواريخ البلازما، وقد حققت مهمتها بنجاح باهر، حيث مكن المحرك الأيوني المركبة من السفر لمسافة ٣٢٠ مليون كيلومتر، ومن اعتراض أحد الكويكبات السيارة وأحد المذنبات، وقد استهلكت ٨٠ كيلوغراما فقط من الوقود.

- **استخدامات البلازما في صناعه الاسلحه**

تقوم وزارة الدفاع الأمريكية بتطوير العديد من أسلحة الطاقة الموجهة التي تعتمد على تقنيات موجات الميكروويف عالية الطاقة والليزر والبلازما، وتقنية البلازما هي الأحدث في المجال العسكري وتعتمد على حزمة من البلازما لها كتلة معلومة وبإمكانها التحرك في الفضاء كالبرق ، وأسلحة البلازما أيضاً من شعاع الليزرومن موجات الميكروويف لكنها يمكن أن تسبب أضراراً كبيرة على أرض الواقع ولهذا تسعى القوات الأمريكية لتطويرهذه التقنية وتنفق مليارات الدولارات عليها من أجل التفوق وكسب حروب القرن الواحد والعشرين بحيث تكون قصيرة وسريعة وحاسمة بأقل خسائر وأضرار في الأرواح والمعدات ومن أبرز أنواع هذه الأسلحة هي (قنابل البلازما) والتي يطلق عليها الجيش الأمريكي تهكماً بأم القنابل ولكن أسمها الحقيقي هو massiv Air Blast Bomd.

(قنبلة هوائية للتدمير الشامل) التي تحتوي على مواد كيميائية تحترق بدرجة حرارة مرتفعة جداً ، وتشكل هذه المادة عندما تخرج من القنبلة ذات القوة التدميرية الهائلة مادة حارقة شديدة التأثير حيث تطلق البلازما سحابة من الغاز يصل قطرها إلى ٣ كم فوق المواقع المستهدفة ونتيجة تفاعل الغاز مع الأكسجين بفعل ما يقذفه ليزر خاص من أشعة ضوئية يحدث أنفجار هائل يؤدي إلى إمتصاص الأكسجين من الجو للقضاء على أعداد كبيرة من المقاتلين أختناقاً وإحداث هزة جوية قوية تؤدي إلى تطاير المباني والمعدات الحربية بجميع أنواعها من طائرات ومدافع وصواريخ ودبابات .... إلخ [12].

وتتكون هذه القنبلة من ثلاثة مكونات هي نترات الأمونيوم وبودرة الألمونيوم والبوليسترين اللزج حيث تؤمن نترات الأمونيوم العنصر الإنفجاري الأولي في الهواء على مساحة واسعة وتحترق البودرة وهي من مركب يحتاج إلى الكثير من الأكسجين فتولد كتلة نارية قوية يساعدها البولسترين السائل ، ومع الإحتراق السريع للأكسجين ينقص وجوده في الهواء بسرعة شديدة مما يؤدي إلى تفريغ سريع في دائرة قطرها ١ كم ويندفع الهواء لملء الفراغ وبضغط بكل قوة على كل شئ يقع في تلك الدائرة ، وعملياً فإن قوة الهواء تساوي تقريباً قوة الضغط الجوي لكنها أقل لأن تفريغ الهواء جزئي فقط وتساعد في الضغط موجة تاتى من إنفجار ٨١٥٠ طناً من المتفجرات غير التقليدية أقوى بكثير من مادة TNT حيث يصل الضغط إلى ٧٣ كجم / سم مربع من دائرة ١ كم أي القنبلة ٩٥ كجم ويتم توجيهها بواسطة نظام GPS عبر الأقمار الصناعية وتلقى من طائرة نقل C- 130 من أرتفاعات عالية وتحملها مظلة إلى هدفها بفضل توجيه مستمر من الأقمار الصناعيه .

وتشير بعض المصادر أن هذه القنابل (قنابل البلازما) قد تم استخدامها في حرب العراق الأخيرة ضد فرق الحرس الجمهوري التابعة إلى الجيش العراقي والتي أوقعت خسائر كبيرة في الأرواح والمعدات.

المصادر (Refrence)

1. http://www.startimes.com/t=7648563
2. د. حازم فلاح سكيك، قسم الفيزياء - جامعة الأزهر
3. The physics of laser plasma interactions. Wiliam L. Kruer. Addision-Wesley publishing Company. Library of Congress.ISBNO-201- 15672-5.
4. http://www.alkoon.alnomrosi.net/KounSinc/plasma.html
5. Plasma Dynamics. R.O. Dendy. Oxford Science. Publications.
6. http://www.almydaan.net/p=4928
7. بعض المحاظرات المقدمة في المركز الدولي للفيزياء النظرية خلال ندوات فيزياء البلازما.
8. https://ar.wikipedia.org/wiki/%D8%B4%D8%A7%D8%B4%D8%A9_%D8%A8%D9%84%D8%A7%D8%B2%D9%85%D8%A7
9. http://www.algazalischool.com/vb/showthread.php?35340-%E3%D5%C7%C8%ED%CD-%C7%E1%DD%E1%E6%D1%D3%E4%CA-(fluorescent-lamps(-
10. https://ar.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%B5%D8%A8%D8%A7%D8%AD_%D9%86%D9%8A%D9%88%D9%86
11. عالم الفضاء الأمريكي الجنسية واللبناني الأصل أدغار شويري مدير مختبر الدفع بالبلازما وبرنامج الفيزياء الهندسية في جامعة برينستون الأمريكية.
12. http://www.startimes.com/t=7648563