

تقريبات البلازما :

أن ظاهرة البلازما تشمل على كم من الصفات الحركية والكهرومغناطيسية والحرارية مما ينتج تداخل بعض العمليات النظرية والعملية في حلول المشاكل والتي تسبب في تعقيدها وعدم وضع الصورة الصحيحة لها ولذلك نستخدم بعض التقريبات المبسطة والمتمثلة:

- 1- التقريبات التي تتضمن المجالات الكهرومغناطيسية وهي :
 - أ- تفترض إن المجال المغناطيسي يساوي صفر (البلازما الغير مغناطيسية) .
 - ب- تفترض عدم وجود حث للمجالات الكهربائية (تقريبات كهروستاتيكية) .
 - ت- تهمل إزاحة التيار في قانون أمبير (عندما تكون السرعة اصغر بكثير من سرعة الضوء) .
 - ث- تفترض إن كل المجالات المغناطيسية تنتج بواسطة الموصلات الخارجية على سطح البلازما .
 - ج- إن تنوع هذه الفرضيات يلاحظ في التناظر الهندسي (مثال عليه الخاصية المنتظمة , اتجاه الجسيمات المنتظمة , التناظر السمتي azimuthally من خلال المحور).

2- التقريبات التي تتضمن توضيح الجسيم :

- أ- معدل قوة لورنتز على بعض المجاميع الجسيمية وهي :
- 1- نظرية فيلسوف **Vlasov Theory** : ان معدل كل الجسيمات (e,p) في تلك الفضاءات تكون بسرع متشابهة أو متساوية عندما تكون في موقع مميز في البلازما , حيث تكون دالة التوزيع $f_{\sigma}(x,v,t)$ حيث أن σ تمثل كثافة الجسيمات والتي تمتلك سرعة v وبموقع x وعند زمن t .
- 2- نظرية المائعين **fluid Theory -Two** : التي تنتج معدل سرع جميع الجسيمات في كل الفضاءات $(x,t)n_{\sigma}$, ومعدل السرعة $(x,t)u_{\sigma}$, والضغط $(x,t)P_{\sigma}$ والمعرف نسبة إلى تلك الفضاءات .
- 3- نظرية حركة الموائع الممغنطة **Magnetohydrodynamic (MHD)** : إن معدل العزم لكل الفضاءات التي تحتوي على كل الجسيمات والمميزة في البلازما تستخدم كثافة مركز الثقل $\rho(x,t)$, وسرعة مركز الكتل $(x,t)u$, والضغط $(x,t)p$ والمعرف نسبة إلى سرعة مركز الكتل .
- 4- الافتراضات الزمنية (مثال على ذلك هناك بعض الظواهر تفسر بمقارنات سريعة أو بطيئة لبعض الترددات المميزة للجسيمات والتي تتمثل في ترددات السايكلترون) .

5- الافتراضات الفضائية (مثال , افتراض قياس الطول من مقارنة أطوال البلازما المميزة إن كانت كبيرة أو صغيرة والتي تتمثل في ترددات السايكلترون) (Cyclotron) .

6- فرضيات السرعة (مثال , أن تفسير الظواهر سريعة كانت أو بطيئة مقارنة مع السرعة الحرارية $V_{T\sigma}$ لفضاءات الجسيمات σ) .

4-1 التفريغ الغازي:

- التأين داخل المجال الكهربائي:

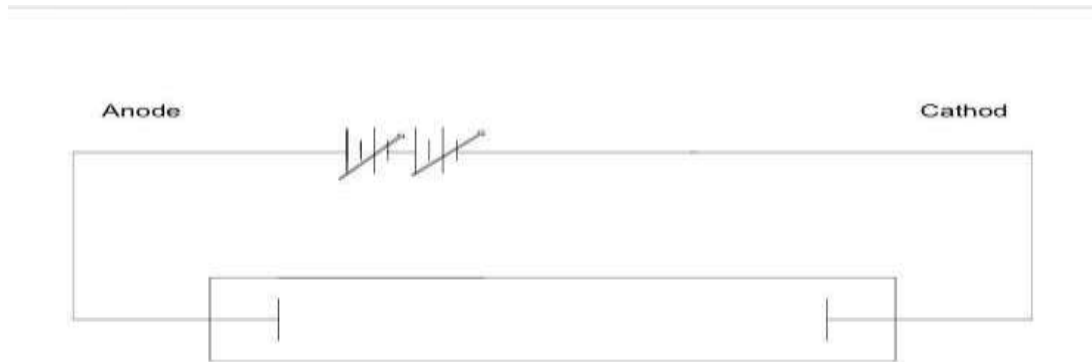
اولا نستخدم متسعة ليصبح مقطع التفريغ في الفجوة المغلقة مابين موقع القطبين الى نهاياتهما. فإذا كانت الفولتية المسلطة كافية بالأرتفاع يحدث الأنهيار (breakdown) في جريان الهواء.

هنا الهواء سوف يتأين ويكون في دائرة مسار مغلق والتيار الكهربائي سوف يتدفق , ويلاحظ ان تلك الظاهرة تحدث عند اي محطة يكون فيها الغاز متأين بواسطة المجال الكهربائي أو تدفق للتيار.

- التفريغ قد يعطي توقف الضوء :

بعض الاحيان يكون الانبوب مفرغ أو مملوء ويتغير أستنادا الى نوع الغاز المملوء وعند ضغوط مختلفة. حيث يصنع من الزجاج مع النهايات المعدنية للأقطاب وتتصل بمصدر للتيار المستمر DC وكما يلاحظ في

شكل رقم (1)



شكل رقم: (1) أنبوبة التفريغ الغازي

- تأثير أرتفاع الفولتية من المصدر:

يمكن ملاحظة شكل رقم (2) ونتبع مايلي:

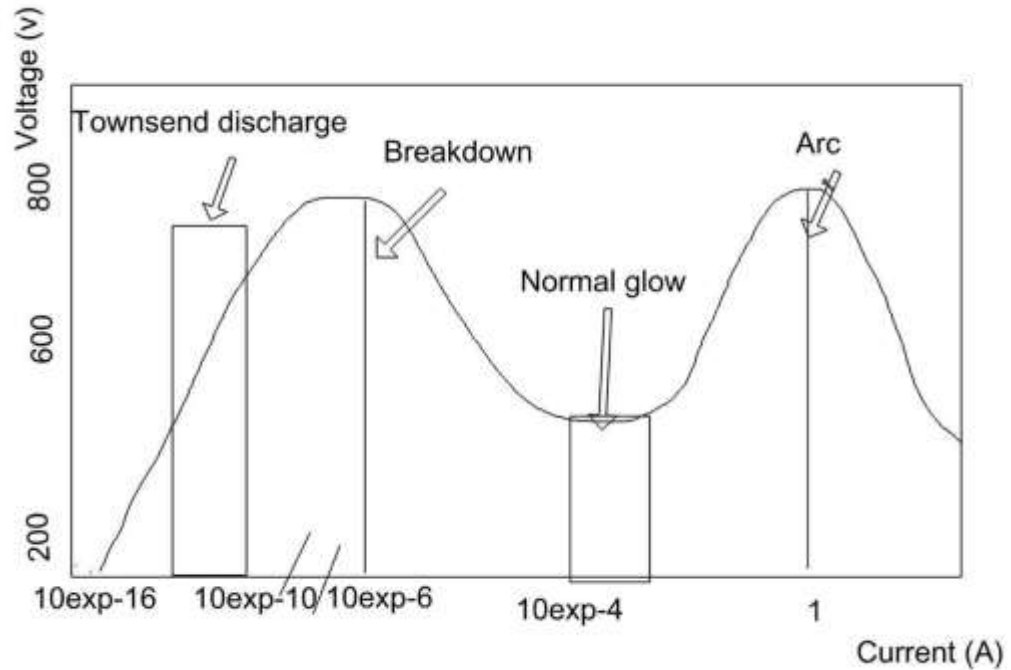
أ) الفولتيات المنخفضة (عشرة ثانية لكل فولت) عند اقل تيار ممكن وبحدود (10-15 Amp). يكون التأين بواسطة الأشعة الكونية والأشعاعات الطبيعية. وهذا التفريغ يدعى (التفريغ الذاتي الغير مشبع) والذي يكون بمساعدة اي تآين خارجي, وعند زيادة الفولتية المسلطة والتيار المشبع سوف تنبعث جميع الشحنات والذي يدعى (تفريغ تاونسيند Townsend discharge).

ب) زيادة الفولتية تؤدي الى حدوث عملية الانهيار, مثال على ذلك اذا كانت الفجوة بين القطبين (عشرة ملم) والضغط (واحد تور 1 torr) فيحصل الانهيار بحدود (400 volt) - أما اذا كان الضغط الجوي (1 جو) تحتاج الى (30 k volt).

وأن زيادة التيار لعدة مرات من القيم لايتأثر على تغير الفولتية, والتفريغ يصبح غير معتمد على أي مصدر مؤين خارجي وهي تمثل نفسها حالة الأشباع الذاتي.

-التأين المتسبب بواسطة التصادمات الألكترونية مع الذرات وهذه واحدة من أهم ميكانيكيات التفريغ الغازي ويمكن اختيار بعض تلك التفاصيل,

في البداية الألكترونات تعجل بواسطة المجال الكهربائي وتكتسب طاقة وتصطدم مع الذرات , فإذا كانت الطاقة صغيرة يكون التصادم مرن ويفقد فقط أصغر دالة (m/M) من تلك الطاقة الموجهة.



شكل رقم: (2) يمثل مراحل ارتفاع الفولتية في أنبوب التريغ الغازي

وبعد ذلك التصادم يكتسب طاقة إضافية من المجال الكهربائي وينتج زيادة في طاقته حتى تكون كافية لحدوث التصادم الغير مرن, والذرة تكون متهيجة أو مؤينة. ومن خلال ذلك التأين فان طاقة الألكترونات تزيد جهد التأين من الذرات.

(تلاحظ تلك الأيونات الموجبة تفقد أكبر دالة من الطاقة في كل تصادم مرن حتى تصبح كافية لحدوث التأين)

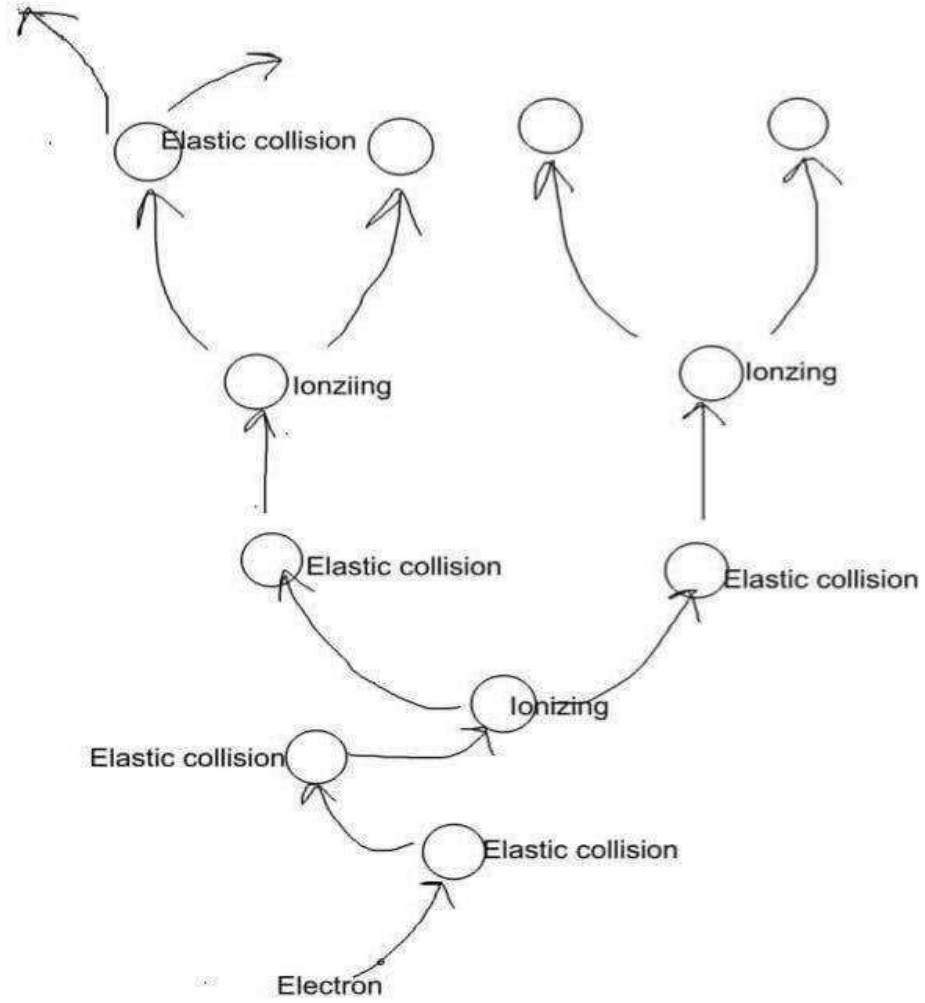
حيث يمكن تخمين تلك الطاقة المفقودة بواسطة التصادم بين

(1) الألكترونات مع الذرات.

(2) الأيونات مع الذرات .

وبعد أي تصادم أيوني ناتج من الألكترونات التأين ينتج تغير أيوني أخير وهو ما يدعى التأثير المتسلسل.

وكما موضح في الشكل رقم (3)



شكل رقم: (3) يوضح التأثير المتسلسل الناتج من التصادم الألكتروني مع الذرات

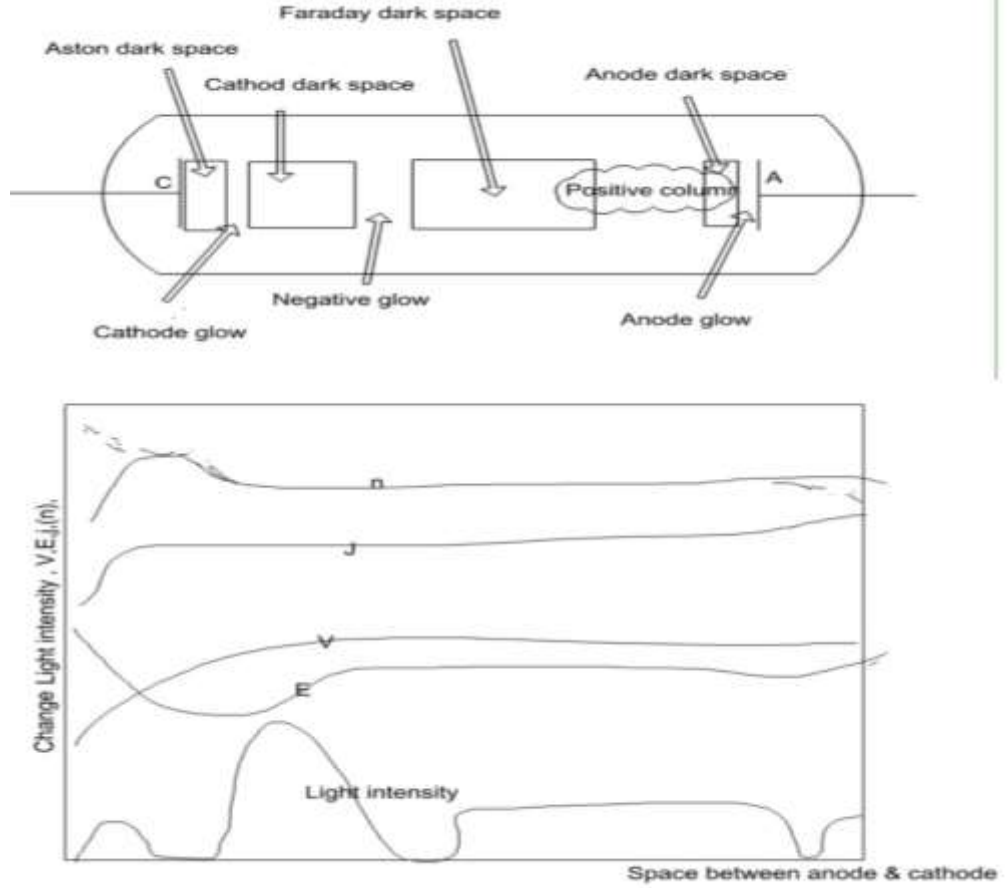
(ج) عند زيادة التيار

أذا كان أنبوب التفريغ طويل وكما في شكل رقم (4) ينتج عمود أشعاعي مميز والذي يسمى في تلك

المرحلة بالتفريغ المضيء (glow discharges).

وعندما تكون الفولتية (مئة ثانية من الفولت) والتيار بالمللي أمبير فإن ذلك التفريغ يكون محافظا بواسطة

قذف الأيونات الموجبة من الكاثود والتي تدق الألكترونات المتوقفة .



شكل رقم: (4) أنبوب التفريغ والأحداثيات المحورية لتغير الكثافة الضوئية, الفولتية, المجال الكهربائي, كثافة التيار والكثافة الألكترونية الأيونية, وان الكثافة الأيونية والألكترونية تكون متساوية عند العمود الموجب المتكون في أنبوب التفريغ, وان تلك البلازما تكون ذات تأين ضعيف وبحدود (6-10→8-10) وأن درجة حرارة الألكترون T_e تكون بحدود (104 k) في حين تكون درجة حرارة الأيون T_i ودرجة الذرات المتعادلة T_n بحدود (300k). وأن زيادة الضغط الى (100 torr) فأن العمود الموجب يصبح نحيف وطويل وأن زيادة تباعد الأقطاب وبأعلى فولتية مطلوبة فأن العمود الموجب يزداد طولاً. وعند زيادة التيار فأن غطاء أضواء الكاثود يكون اكثر من سطحة ولذلك فأن زيادة التيار تبقى ثبوت الفولتية المتوازنة, وأن أختلاف نوعية الغاز تنتج ألوان مختلفة.

د) نفرض الضغط مرتفع والمقاومة المتوالية ضعيفة

- التفريغ القوسي (arc discharge)

تكون الفولتية بأقل من (10 volt) , التيار أقل من (1 Amp) فإن دالة التأين تكون بحدود (10-3

→10-1) ودرجة حرارة الألكترون والأيون (Te , Ti) بحدود (104 k)

- أنواع التفريغ القوسي

القوس الأيوني الحراري , ينبعث من الألكترونات والتي تنتج من خلال الكاثود , حيث تبدأ بالتسخين بواسطة قذف الأيونات عند تسليط أكبر تيار , حيث يجب أن يتحمل الكاثود درجات الحرارة المرتفعة ومثال عالية (الكربون , التنكستن) وهذا يكون التشبع الذاتي.

ويمكن التمثيل الرياضي والأنبعاث المألكتروني من سطح حار

$$J = a T^2 \exp (-e\phi/kT)$$

حيث ϕ تمثل دالة الشغل.

ومثال على ذلك مصابيح الكربون والتنكستن.

-التفريغ القوسي الحراري مع تسخين الكاثود بواسطة مصدر خارجي (الغير مشبع ذاتيا)

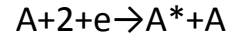
مجال انبعاث التفريغ القوسي يكون نتيجة الأنبعاث الألكترون من اعلى مجال كهربائي عند الكاثود .

ومثال على ذلك (مصباح التفريغ القوسي للزئبق , والتفريغ القوسي المعدل للزئبق)

-التفريغ القوسي المعدني ينتج من تبخر المعدن عند تسخين الكاثود وعند ضغط اعلى او اقل من (1atm).

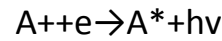
ه) عملية اعادة التأين

- أن اعادة التشتت والتركيب تكون



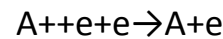
ويكون تسارع طريقة اعادة الاتحاد في غاز التأين الضعيف يشبه التفريغ القوسي

- اعادة اتحاد الأشعاع



تكون غير مهمة بالنسبة للألكترون المتحركة وذات أهمية للضوء المنبعث. ويتطور التفريغ الكهربائي ببطئ

حتى يحصل التشتت والتي تمثل اعادة تركيب ثلاث جسيمات (الكترون _ أيون)



وبهذا تكون هناك ثلاث طرق في الكثافات العالية وعند أقل درجات حرارية مختبرية للبلازما.