كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء البلازما

المحاضرة : الاولى/نظري/

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

الفصل الأول: مفاهيم أساسية عن البلازما

* وجود البلازما في الطبيعة:

تمثل البلازما الحالة الرابعة للمادة كما وصفها الأغريق (تراب، ماء، هواء، نار)

- يمكن الاختلاف بين الحالات الأربعة في قوة الترابط بين الجسيمات المكونة لكل حالة

- يمكن القول عموماً على أن حالة المادة تعتمد على الطاقة الحركية الوسطية لجسيماتها أو الطاقة الخارجية للجسيمات

يوضح الجدول التالي الاختلاف بين حالات المادة الأربعة:

الحالة الصلبة	الحالة السائلة	الحالة الغازية	الحالة البلازما
* جليد H_2O	* ماء H_2O	* H_2O	* غاز متأين $H_2 \Rightarrow H^+ + H^+ + 2e^-$
* بارد $T < 0°C$	* دافئ $0 < T < 100°C$	* ساخن	* أكثر سخونة $T > 100\,000\,C°$
* جزيئات مثبتة في السيطة	* ذرات حرة الحركة، وحاوية	* تتحرك الجزيئات بحرية في وعاء واسع	* تتحرك الإلكترونات والأيونات بشكل مستقل في وعاء واسع

* يمكن تحويل الجسم الصلب إلى سائل بإضافة طاقة والتغلب على قوى الترابط وهي الطاقة المسماة الطاقة الكامنة للترابط

- ويمكن تحويل الحالة السائلة إلى حالة غازية وتعرف الحالة اللازمة للتزويد بالطاقة الكامنة للتبخر، وبالتالي فإن الطاقة تكون محددة.

- لذلك فالتحول إلى الحالة الصلبة أو السائلة يحدث على مراحل وبما أن التوازن يبقى محفوظاً في المواد الداخلة والمواد الناتجة لذلك تغير هذين القولين (الصلبة ← سائلة) من (السائلة ← غازية) بالقولات الطورية.

- أما التحول إلى حالة البلازما يتم عند إضافة طاقة كامنة إلى فصل إلكترون الذرة عن نواتها وهي ما تعرف بطاقة التأين.

- ونلاحظ أن هذا التحول يحدث من مكونات متعادلة كهربائياً إلى مكونات مشحونة لذلك لا يعتبر التحول إلى حالة البلازما تحولاً طورياً.

* نسبة التأين ومعادلة ساها Saha equation

- هي معادلة تبين نسبة التأين المتوقعة لأي نوع من الذرات عند درجة حرارة معينة، وتبين النسبة بين الكثافة العددية للجسيمات المشحونة إلى الجسيمات المتعادلة في حالة التوازن الحراري، وتعطى بالعلاقة:

$$\frac{n_i}{n_n} = 2.4 \times 10^{21} \frac{T^{3/2}}{n_i} e^{-\chi_i / KT}$$

حيث n_i هي الكثافة العددية للجسيمات المشحونة في واحدة الحجم (m^{-3})

n_n الكثافة العددية للجسيمات المتعادلة للذرات في واحدة الحجم (m^{-3})

$\frac{n_i}{n_n}$ نسبة التأين

T درجة الحرارة المطلقة وتقدر بالكلفن

k ثابت بولتزمان $K = 1.38 \times 10^{-16} \frac{erg}{k}$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

أو $K = 1.38 \times 10^{-23}\ J/K$

ثالثاً: طاقة التأين

* طاقة التأين: هي الطاقة اللازمة لانتزاع إلكترون أعلى مدار الخارجي للذرة

سؤال: هل تزداد طاقة التأين مع ازدياد درجة الحرارة؟

سؤال هام: كيف يتم الحصول على البلازما؟

* يتم الحصول على البلازما بالتأين:

- يتم الحصول على بلازما كثيفة نتيجة تصادم الإلكترونات والأيونات بالذرات المتعادلة وكذلك نتيجة تصادم الذرات المتعادلة فيما بينها.

- أما الحصول على بلازما عملية التأين يتم بواسطة ما يسمى بالتأين بتطبيق المجالات (الحقول) الكهربائية أو التأين بالإشعاع ذي الطاقة الكافية للتأين.

هام: مقارنة بين البلازما والغاز:

1) البلازما والغاز هم كأي غاز حقيقي.

2) درجة حرارة البلازما عالية جداً مقارنة مع درجة حرارة الغاز.

3) تخضع البلازما كالغازات للقانون العام للغازات.

4) البلازما جيدة التوصيل للكهرباء أما الغاز رديء التوصيل للكهرباء.

5) البلازما تؤثر وتتأثر بالمجالات الكهرومغناطيسية أما الغازات لا تتأثر في المجالات المغناطيسية بأي كثافة.

6) تعتبر البلازما مادة دايا مغناطيسية (أي أنها تولد مجالاً مغناطيسياً عندما يطبق عليها مجالاً مغناطيسياً خارجياً وتكون جهة المجال المغناطيسي الناتج عن البلازما معاكسة للمجال المغناطيسي المطبق من الخارج).

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

* تعريف البلازما: تعرف البلازما بأنها حالة المادة المكونة من جسيمات مشحونة وجسيمات متعادلة على أن يكون المجموع الكلي للشحنات الكهربائية مساوياً للصفر.

عموماً: إن حالة البلازما هي حالة المادة أثناء وجودها بدرجة عالية من التأين، أي عندما تتحول ذرات المادة إلى أيونات موجبة وإلكترونات سالبة. وهذا لا يعني أن تكون في حالة غازية فقط، حيث يمكن أن تكون البلازما من الحالة الصلبة «أشباه الموصلات» أو في الحالة السائلة «المحاليل الإلكتروليتية» أو الحالة الغازية «طبقة الأيونوسفير».

- ترجع أصل كلمة بلازما لغوياً من أصل إغريقي وتعني المادة اللاتينية ومتأطلق هذه الكلمة العالم لانجمور (Langmuir) ولا يمكن أن تطلق كلمة البلازما على كل غاز متأين وإنما يجب أن تتوفر شروط معينة في الغاز يكي يسمى وسطاً بلازمياً.

ملاحظة: يؤثر المجال المغناطيسي فقط على الجسيمات المشحونة المتحركة $\vec{F}_{mg} = q(\vec{v} \times \vec{B})$ وذلك حسب العلاقة التالية.

أما المجال الكهربائي يؤثر على الساكنة والمتحركة وهذا ما يجعل قانون كولوم القانون الأساسي لحساب ودراسة قوانين البلازما

* قانون كولوم: $F_{el} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

* أهمية دراسة البلازما Important of studying palsmas

يتم الاهتمام بدراسة البلازما للأسباب التالية:

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

① البلازما هي الحالة الأكثر شيوعاً للمادة في الكون في درجات الحرارة العالية

② البلازما هي موصل جيد للتيار الكهربائي ومعرض للحقول

③ البلازما نظام ديناميكي تتحكم به قوى كهرومغناطيسية.

④ لمعالجة مسائل تقانية مهمة مثل المسائل التي تواجه بناء المفاعلات الاندماج النووي الحراري والحول المتوهيدرودينامكي للطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية.

* المحولات الأساسية البلازما The basis parameters of palsma

عند دراسة فيزياء البلازما غالباً ما ندرس معاملات البلازما وهي :

① تركيز الأيونات الموجبة والسالبة.

② درجة التأين. ③ درجة الحرارة.

④ رقم ديباي λ_D وهي المسافة المتوسطة بين الأيونات

⑤ معامل البلازما η أو β

⑥ تواتر البلازما W_{pl}

* تركيز البلازما density of palsma

عندما يتغير تركيز جسيمات البلازما أو كثافتها من الضروري تعيين تركيز الجسيمات من الأنواع المختلفة n_α وكذلك كما يلي

① $\alpha = e \Leftarrow n_e$ يعبر عن تركيز الإلكترونات في واحدة الحجم

② $\alpha = i \Leftarrow n_i$ يعبر عن تركيز الأيونات الموجبة في واحدة الحجم.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

③ $\alpha = 0$ ، $\alpha = h$ ← h_0 أو h_n يعبر عن كثافة الكميات المتعادلة في واحدة الحجم

* ملاحظة: $\frac{10^{10}}{m^3} = \frac{10^4}{cm^3} = 10^6\ cm^{-3}$

* درجة تأين البلازما $\eta = \frac{h_i}{h_0}$

يعين تركيب البلازما بمعامل يرمز له بـ η أو β ويسمى بدرجة التأين

- $10^{-3} > \eta > 10^{-4}$ « بلازما ضعيفة التأين أو بلازما باردة »

- $\eta > 10^{-4}$ « بلازما تامة التأين » كما في البلازما الاندماجية « البلازما الحارة » كما في النجوم - الاندماج النووي.

- انتهت المحاضرة -

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة A to Z