كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الرابعة

المادة : فيزياء البلازما

المحاضرة : الاولى/نظري/ كتابة

{{ مكتبة A to Z }}

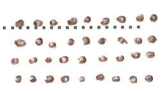
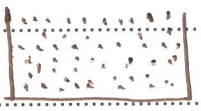
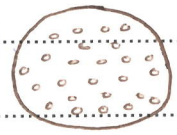
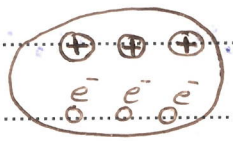
Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

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

وجود البلازما في الطبيعة:

تمثل البلازما الحالة الرابعة في المادة ويمكن الاختلاف بين الحالات الأربعة (صلبة - سائلة - غازية - بلازما) في بشدة الترابط بين مكوناتها. فالجسم الصلب قوي وفي السائلة ضعيف وفي الغازية معدوم تقريباً

الحالة الصلبة	السائلة	الغازية	البلازما
جليد H_2O	ماء H_2O	بخار H_2O	غاز متأين $H_2 \longrightarrow H^+ + H^+ + 2e^-$
بارد	دافئ	ساخن	
$T < 0c^\circ$	$0 < T < 100c^\circ$	$T > 100c^\circ$	$T > 1000000c^\circ$
			
جزيئات مثبتة في الشبكة البلورية	ذرات حرة الحركة	تتحرك الجزيئات بحرية في فضاء واسع	أيونات وإلكترونات

من الممكن تحويل المادة الصلبة إلى سائلة بإعطاء طاقة حرارية والتغلب على طاقة الربط بين الذرات أو الجزيئات وتسمى الطاقة الكامنة للانصهار

وكذلك يمكن تحويل الحالة (المادة) السائلة إلى غازية وتعرف الطاقة اللازمة لذلك بالطاقة الكامنة للتبخر لذلك فأن التحول إلى الحالة الصلبة أو السائلة يحدث على مراحل وبما أن التعادل الكهربائي يحدث في المواخل والنواتج لذلك يعتبر هذان التحولان إلى التحولين الطوريين أو التحولات الطورية.

أما التحول إلى البلازما يتم عند إضافة طاقة كافية لفصل إلكترون عن الذرة وهي تعرف بطاقة التأين.

ونلاحظ أن التحول يحدث من مكونات متعادلة كهربائياً إلى مكونات مشحونة لذلك لا يعتبر ذلك التحول تحولاً طورياً.

نسبة التأين ومعادلة ساها.

هي معادلة تبين نسبة التأين المتوقعة لأي نوع من الغاز عند درجة حرارة معينة وتبين النسبة بين الكثافة العددية للجسيمات المشحونة إلى الكثافة العددية للجسيمات المتعادلة للغاز في حالة التوازن الحراري وتعطى العلاقة التالية:

$$\frac{n_i}{n_n} = 2,4 \times 10^{21} \frac{T^{3/2}}{n_i} e^{-\frac{U_i}{kT}}$$

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

n_n: الكثافة العددية للجسيمات المتعادلة (الطبيعة المتأينة) للغاز في وحدة الحجم.

$\frac{n_i}{n_n}$: نسبة التأين.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

T: درجة حرارة الغاز مقدرة بـ الكلفن

k: ثابت بولتزمان

I: طاقة تأين الغاز وهي: الطاقة اللازمة لاقتلاع إلكترون من المدار الخارجي للذرة.

كيف نحصل على البلازما؟

نحصل على البلازما بالتأين ويتم كما يلي:

نتيجة تصادم الإلكترونات والأيونات بالذرات المتعادلة ومن تصادم الذرات المتعادلة فيما بينها (نحصل على بلازما تامة التأين أو كثيفة)

أما للحصول على بلازما قليلة التأين:

فيتم بواسطة ما يسمى بالتأين في المجالات الكهربائية أو التأين بالإشعاع ذي الطاقة الكافية للتأين.

مقارنة بين الغاز والبلازما من حيث كلاً من:

1. البلازما والغاز هيم كأي غاز حقيقي.
2. درجة حرارة البلازما عالية جداً مقارنة مع درجة حرارة الغاز
3. تخضع البلازما كالغازات للقانون العام للغازات
4. البلازما موصلة جيدة للكهرباء بينما الغاز رديء بتوصيل الكهرباء.
5. البلازما تؤثر وتتأثر بالمجالات الكهرومغناطيسية، ولا ينفذ المجال المغناطيسي في البلازما إلا إذا كانت كثافة ودرجة حرارة البلازما قليلة، في حين أن الغازات لا تؤثر ولا تتأثر بالمجالات الكهرومغناطيسية.
6. تُعتبر البلازما مادة دايا مغناطيسية (المادة الدايا مغناطيسية هي المادة التي ليس لذراتها عزم ثنائي القطب المغناطيسي دائم عندما يتم

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

تطبيق حقل مغناطيسي خارجي على المادة المغناطيسية مثل الفضة يتم احداث ثنائي القطب المغناطيسي ضعيف في اتجاه معاكس اتجاه الحقل المغناطيسي المطبق من الخارج)

أي أنها تولد مجالاً مغناطيسياً عندما يطبق عليها مجال مغناطيسي خارجي ويعتمد مقدار المغناطيسية التي تولدها البلازما على كثافتها و درجة حرارة مكوناتها

تعريف البلازما:

تعرف البلازما بأنها حالة المادة المكونة من جسيمات مشحونة وجسيمات متعادلة على أن يكون المجموع الجبري للشحنات الكهربائية مساوياً الصفر. عموماً أن حالة البلازما هي حالة المادة أثناء وجودها بدرجة عالية من التأين أي عندما تتحول ذرات المادة إلى أيونات موجبة مع إلكترونات سالبة وهذا لا يعني أن تكون البلازما بحالة غاز متأين حيث يمكن أن تكون البلازما من الحالة الصلبة (أشباه الموصلات) أو الحالة السائلة (المحاليل الالكتروليتية) أو الحالة الغازية (طبقة الأيونوسفير)

مفهوم شبه التعادل:

تعتبر البلازما بغياب التأثير الخارجي متعادلة جهرياً وهذا يعني أن المجموع الجبري للجسيمات المشحونة يساوي صفراً لكن عند النظر إلى البلازما بشكل مجهري نجد بأن البلازما تحتوي على نوعين من الجسيمات الموجبة والسالبة وعند اختلاف هذا التعادل فأن طاقة الجهد (طاقة الكمون) المرافق لقوة كولون تتضاعف قياساً مع الطاقة الحركية حيث تعود إلى الحالة الصلبة

يعني التعادل الجهري أن البلازما تحافظ على توازن مكوناتها ولذلك سمي

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

الحالة بشبه التعادل.

ملاحظة:

يؤثر الحقل المغناطيسي على الجسيمات المشحونة المتحركة وفق العلاقة

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$$

أما المجال الكهربائي يؤثر على الجسيمات المشحونة الساكنة والمتحركة وهذا يجعل قانون كولون القانون الأساسي لحساب ودراسة خواص البلازما

أهمية دراسة البلازما:

يتم الاهتمام بدراسة البلازما للأسباب التالية:

1. البلازما هي الحالة الأكثر شيوعاً للمادة في الكون عند درجات الحرارة العالية.
2. البلازما موصل جيد للتيار الكهربائي ومصدر للضوء.
3. البلازما نظام ترموديناميكي تتحكم به قوى كهرومغناطيسية
4. لمعالجة مسائل تقنية مهمة مثل: المسائل التي تواجه بناء مفاعلات الاندماج النووي الحراري والتحول المغنوهيدرو ديناميكي للطاقة الحرارية إلى طاقة كهربائية.

مما هي تطبيقات فيزياء البلازما:

نذكر من بين أهم التطبيقات تفاعلات الاندماج النووي الحراري والمولدات الكهربائية ومحركات الدفع المفاذ في البلازما وغيرها من التطبيقات الأخرى.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

The basis parameters of plasma (المتحولات الأساسية للبلازما (البارامترات

عند دراستنا لفيزياء البلازما غالباً ما ندرس المعاملات الآتية:

تركيز الأيونات الموجبة والسالبة.

درجة حرارة التأين.

درجة حرارة البلازما

نصف قطر ديباي (هي المسافة المتوسطة الفاصلة بين الأيونات)

معامل البلازما β ، γ

سماكة غمد ديباي

تواتر البلازما.

1) تركيز كثافة البلازما: density of plasma.

عند تعيين تركيز جسيمات البلازما أو كثافتها من الضروري تعيين تركيز الجسيمات من الأنواع المختلفة n_α حيث يشير الدليل α إلى نوع الجسيم وذلك كما يلي:

أ- $\alpha = e$ فإن $n_\alpha = n_e$ كثافة الكترونات في واحدة الحجم

ب- $\alpha = i$ فإن $n_\alpha = n_i$ كثافة الأيونات في واحدة الحجم

ج) $\alpha = 0$ أو $\alpha = n$ فإن $n_\alpha = n_0$ أو $n_\alpha = n_n$ كثافة الجسيمات المتعادلة في واحدة الحجم.

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

2 درجة تأين البلازما:

Ionization of plasma
↓
Degree

يتعين تركيب البلازما بمقدار يرمز له بـ η أو β ويسمى هذا المقدار درجة تأين البلازما ويعرف بأنه نسبة الجسيمات المتأينة إلى الجسيمات المعتدلة

$$\eta = \frac{n_i}{n_o}$$

وتقسم البلازما وفقاً لدرجة التأين إلى نوعين:

- بلازما ضعيفة التأين ($\eta < 10^{-6} - 10^{-3}$) تسمى بلازما باردة
- بلازما تامة التأين ($\eta > 10^{-6} \rightarrow$) كما في البلازما الاندماجية تسمى البلازما الحارة كما في النجوم، حيث تتكون البلازما من جسيمات مشحونة فقط.

3 درجة حرارة البلازما:

plasma temperature

تكون الجسيمات التي تتألف منها البلازما في حالة حركة حرارية عشوائية مستمرة ولدراسة هذه الحركة نستخدم مفهوم درجة حرارة البلازما ككل T أو درجة الحرارة T_α لكل نوع من أنواع جسيمات البلازما

بفرض أن الغاز بحالة توازن ترموديناميكي يحتوي على جزيئات لها مختلف السرعات، فإن التوزيع الأكثر احتمالاً الذي يصف هذه السرعات يعرف باسم توزيع ماكسويل ويعطى تابع توزيع ماكسويل لبعد واحد بالصيغة:

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

$$f(v_i) = n\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{1}{2}} \exp^{-\frac{\frac{1}{2}mv_i^2}{kT}} \quad [1]$$

ويمثل $f(v_i)\,dv_i$ عدد الجسيمات بالمتر مكعب والتي سرعتها تتراوح بين v_i و $v_i + dv_i$

$\frac{1}{2}mv_i^2$ الطاقة الحركية للجسيمة i

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}\ J/k$ ثابت بولتزمان في الجملة (SI)

يمكن أن نرمز لـ $n\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{1}{2}}$ بـ A وسمي هذا الثابت بمعق التوزيع.

وبالتالي فإن كثافة الجسيمات (عدد الجسيمات في واحدة الحجم) يتم الحصول عليها من تكامل تابع التوزيع

$$n = \int_{-\infty}^{+\infty} f(v_i)\,dv_i \quad [2]$$

انتهت المحاضرة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مكتبة A to Z