كلية العلوم

القسم : **الفيزياء**

السنة : **الثالثة**

المادة : فيزياء احصائية

المحاضرة: الثالثة/نظري/كتابة

{{ 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

مبادئ الفيزياء الإحصائية:

علم الترموديناميك: هو علم تجريبي يبحث في التعرف على العلاقات الأساسية بين المتحولات الجهرية و التوابع الطاقية اعتماداً على المبادئ الأساسية في الترموديناميك.

إن معرفة حركة كل جزيء من الجزيئات الجملة الغازية حتى ولو كانت مكونات الغاز أحادي الذرة هو أمر مستحيل وحتى ولو تم حصوله فإنه لن يساعد في معرفة خصائص الجملة المدروسة ككل وقد قامت النظرية الحركية للغازات باستنتاج نفس العلاقات التي تم إستنتاجها بموجب الميكانيك الكلاسيكي من خلال معرفة الخواص الجزيئات ذاتها.

إن المعرفة المعمقة للخواص المجهرية للجملة الترموديناميك بدأت في الظهور عند وجود مصطلح أو مقرر الفيزياء الإحصائية (الميكانيك الإحصائي) الذي يدرس الخواص الجهرية للجملة الترموديناميكية بدلالة خواصها المجهرية (p, v, T, n) هذه المقادير عبارة عن مقادير جهرية العملية هنا غير عكسية أما بدراسة الخواص غير الجهرية لن نستنتج قيمة المقادير الجهرية وتحلت الخواص الجهرية للمادة في دراسة القيمة الوسطى الخاصة الترموديناميكية للغاز كالضغط والحجم ودرجة الحرارة والطاقة

وكانت هذه الدراسة الإحصائية أعمق وأشمل وأكثر دقة من قوانين الترموديناميك لكونها توصلت إلى قيم لم يكن بمقدور قوانين الترموديناميك الكلاسيكي الحصول عليها

مكتبة A to Z - كلية العلوم (جامعة طرطوس) - TEL:0931497960

المعادلة العامة للغازات تتمثل في العلاقة التالية: $p.V = n.R.T$

استطاعت الفيزياء الإحصائية الحصول على نتائج متوافقة مع النتائج التجريبية. كما استطاعت التنبؤ ببعض القوانين الهامة التي عجزت عنها قوانين الترموديناميك التقليدي أو الكلاسيكي وقد اعتبر الغاز الفوتوني الإشعاع الكهرومغناطيسي داخل وعاء درجة حرارته ثابتة (إناء) والغاز الالكتروني هي (الالكترونات الحرة داخل المادة الناقلة) والغاز الفونوني هي اهتزاز الذرات في الشبكة البلورية حيث تعد الغازات المذكورة سابقاً بمثابة أوساط (أجل غازية) مناسبة لتطبيق الدراسات الإحصائية. تمكن الدراسة الإحصائية للحمل الترموديناميكية من التعرف على خواصها الكهربية والمجهرية من خلال الحصول على القوانين المعروفة في علم الترموديناميك والمستنبطة أساساً من النظرية الحركية للغازات

العالم المجهري وميكانيك الكم:

سنتعرف على أهم مبادئ الأساسية التي يقوم عليها ميكانيك الكم ونها:

1- الطاقة مقدار مكمم حيث اعتبر بلانك أن انتقال الطاقة الإشعاعية يكون على شكل دفعات منفصلة تمثل الدفعة الواحدة فوتون ولكل فوتون طاقة تتعلق بتواتر الإشعاع تعطى بالعلاقة: $E = h\nu$

h: ثابت بلانك ومن أجل كل سوية ندخل الأعداد الكوانتية n:

$$E = n h\nu \quad ; n = 1, 2, 3, \ldots$$

n تأخذ الأعداد الصحيحة.

$$\omega = 2\pi\nu$$

حيث يمكن فهم هذا المبدأ بالمشابهة مع الشحنة الكهربائية Q التي لا يمكن أن تكون إلا أعداد صحيحة من شحنة الإلكترون العنصرية

$Q = N.e$ ← شحنة الالكترون ; $N = 1, 2, 3, \ldots$ ← عدد صحيح

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

2- العزم الحركي أيضاً مقدار مكمم اقترحه بور عندما وضع تصوره عن النموذج الذري

$$L = n\hbar \quad ; \quad n = 1, 2, 3, \ldots$$

$$\hbar = \frac{h}{2\pi}$$

3- مفهوم المثنوية (الطبيعة الموجية والجسيمية للضوء)

حيث اقترح دوبرويل مفهوم الموجة المرافقة للجسيم وقال بأن طول هذه الموجة متناسب عكساً مع كمية حركة الجسيم

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

p: كمية حركة الجسيم

$$p = mv$$

فإذا اعتبرنا أن المواصفات الموجية المتمثلة بالعدد الموجي k الذي يساوي $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ والتواتر $\omega = 2\pi\nu$

حيث يمكن كتابة الموجة المرافقة للإشعاع لبعد واحد التابع $\psi(x,t)$ بدلالة المواصفات الموجية بالشكل التالي

$$\psi(x,t) = A\, e^{i(kx - \omega t)}$$

4- مبدأ الشك (عدم اليقين) لهايزنبرغ الذي ينص على أنه لا يمكن قياس كميتين فيزيائيتين مترافقتين بدقة كاملة بوقت واحد حيث لابد من وجود خطأ يفوق بقيمته ثابت ديراك $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ وتعطى المعادلة العامة وفق الموضع وكمية الحركة

$$\Delta x \, \Delta p \geq \hbar$$

والطاقة والزمن

$$\Delta E \, \Delta t \geq \hbar$$

ومن المبادئ الأساسية أيضاً في الميكانيك الكوانتي:

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

5- معادلة شرودينجر ستخدم المعادلة في إيجاد القيم الخاصة للمقادير الفيزيائية التي يتضمنها تابع الموجة المصاحبة $\Psi(x,t)$ من أجل جسيم كتلته m وطاقته الإجمالية E والكامنة U فتكون طاقته الحركية

$$E_k = E - U$$

تكتب معادلة شرودينجر

$$\nabla^2 \Psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E-U)\Psi = 0$$

وهي تكافئ قانون نيوتن في الميكانيك الكلاسيكي والذي هو $F=ma$

الفراغ الطوري:

هو مفهوم تجريبي أبعاده الموضع (q) والاندفاع (p) وباستخدام المساقط الثلاث في الفراغ لكل من الموضع والاندفاع نحصل على (6) متحولات

$$\Gamma(q,p) \iff (\underbrace{x,y,z}_{q}, \underbrace{p_x,p_y,p_z}_{p})$$ يكافئ فراغ طوري

عدد الحالات المسموحة:

يعطى عدد الحالات المسموحة بحاصل قسمة حجم الفراغ الطوري على حجم الخلية الطورية حيث يتعلق حجم الفراغ الطوري بعدد الأبعاد والاندفاعات الموافقة له أما حجم الخلية الطورية يتعلق بالأنس الذي يرفع له ثابت بلانك

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

مثال: في حالة جسم واحد ببعد واحد x تُعطى عدد الحالات المسموحة

$$N = \frac{\Gamma(q,p)}{h} = \frac{q_x \cdot p_x}{h} = \frac{x p_x}{h}$$

من أجل جسيم واحد ببعدين x, y تُعطى عدد الحالات المسموحة بالشكل التالي يساوي إلى الفراغ الطوري:

من أجل بعدين x و y يكون:

$$N = \frac{\Gamma(q,p)}{h^2} = \frac{(x p_x)(y p_y)}{h^2}$$

من أجل جسيم واحد بـ n بعد

$$N = \frac{\Gamma(q,p)}{h^3} = \frac{\left(\frac{4}{3}\pi q^3\right)\left(\frac{4}{3}\pi p^3\right)}{h^3}$$

عنصر فراغ الاندفاع الطوري:

بما أن الفراغ الطوري يُعطى بدلالة إحداثيات الموضع q والاندفاع p فإن عنصر حجم الفراغ الطوري $d\Gamma$ سيكون بدلالة عنصري الحجم الخاصين بالموضع والاندفاع dq, dp للسهولة نفرض أن عنصر الحجم الخاص بالموضع مساوياً للحجم V $dq = V$ كما نأخذ عنصر الحجم الخاص بالاندفاع مساوياً للعنصر حجم الكرة التي نصف قطرها الاندفاع p ذاته أي أن

$$dp = d\left(\frac{4}{3}\pi p^3\right) = 4\pi p^2 dp$$

ولدينا الحجم لعنصر الفراغ الاندفاع الطوري

$$d\Gamma = dq \cdot dp = 4\pi V p^2 dp$$

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

عنصر فراغ السرعة الطورية :

نجد من علاقة السرعة بكمية الحركة

$$p = m v \Rightarrow dp = m dv$$

وتكون العلاقة

$$d\Gamma(v) = 4\pi V m^3 v^2 dv$$

من فيزياء الفيزياء الإحصائية في الجملة المعزولة:

نفرض جملة مكونة من n جسيم موزعة على ε سوية طاقية

بمعدل N_i جسيم على كل سوية طاقية ε_i

بما أن الجملة معزولة فإنها لا تتبادل الجسيمات مع الوسط الخارجي

أي أن تغير عدد الجسيمات يساوي الصفر بالتالي: $N = const$ و $dN = 0$

وتتوزع على سويات الطاقة المختلفة بمعدل N_i في كل سوية ε_i

$$dN = 0 \Rightarrow N = const \Rightarrow N = \sum_i N_i$$

$$dN = \sum_i dN_i = 0$$ (قانون انحفاظ عدد الجسيمات N)

أما قانون انحفاظ الطاقة الداخلية U:

بما أن الجملة معزولة لا تتبادل العمل والحرارة مع الوسط الخارجي من المبدأ الأول في الترموديناميك

$$dQ = du - p dV$$

$$du = 0 \Rightarrow u = const \Rightarrow U = \sum_i N_i \varepsilon_i$$

$$du = \sum_i \varepsilon_i dN_i = 0$$

ملاحظة منكتبا قبل قانون انحفاظ الطاقة الداخلية U :

ملاحظة: N : عدد الجسيمات الكلي يساوي إلى مجموع عدد الجسيمات الفرعية التي تتوزع على كل سوية

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة

الوزن الإحصائي الإجمالي لـ n جملة مستقلة يساوي مجموع جداء الأوزان الإحصائية لهذه الجمل

$$W = W_1 \times W_2 \times W_3 \cdots W_n$$

$$= \prod_{i=1}^{n} W_i$$

ويعبر الوزن الإحصائي للجملة الواحدة الواقعة في حالة ميكروية محددة عن عدد الحالات الميكروية التي يمكن للجملة أن تأخذها.

وتكون هذه الحالات متساوية الاحتمال (احتمالية كافة الحالات الميكروية الممكنة متساوية الاحتمال لكافة الحالات الميكروية المائلة كحالة ماكروية محددة أي نفس القيمة الاحتمالية)

الانتروبية الإجمالية S_n لـ n جملة مستقلة تساوي إلى مجموع انتروبيات هذه الجمل

$$S_n = S_1 + S_2 + S_3 + \cdots = \sum_{i=1}^{n} S_i$$

حالة التوازن الترموديناميكي هي الحالة التي تقضي فيها الجملة معظم الوقت والتي تكون انتروبيتها أعظم ما يمكن S_{max} وإحصائياً التي يكون وزنها الإحصائي أعظمي W_{max} أي عدد حالاتها الميكروية أكبر ما يمكن وتدعى بالحالة الأكثر احتمالاً المدروسة

الشرط الوحيد لتطبيق قوانين الإحصائية أن تكون الجملة مكونة من عدد كبير من الجسيمات.

انتهت المحاضرة

TEL:0931497960 - Facebook Group: A to Z مكتبة