المحاضرةالسابعة : العوازل

ان دراسة انواع الاستقطابية يزودنا بمعلومات مهمة حول البناء الذري الداخلي للمواد المختلفة . ان التمييز بين الانواع المختلفة للاستقطابية يأتي من حقيقة ان لكل منها سماتها الخاصة التي تميزها عن الاخرى ، فالاستقطابية الثنائية على سبيل المثال ، تظهر اعتمادا قويا على درجة حرارة المادة بخلاف الاستقطابيتين الأيونية والالكترونية . لهذا ولغرض التعرف على خصائص كل منها بصورة اكثر تفصيلا سنحاول الآن دراسة كل نوع منها على انفراد :

١-الاستقطابية الالكترونية : Electronic Polarizability

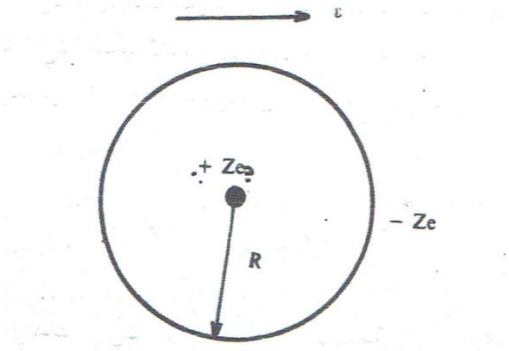
تعرف الاستقطابية الالكترونية على انها اجهاد اجهاد في الذرة ، بسبب من تسليط المجال الكهربائي ، ولدراسة الاجهاد في الذرة سنعتمد النوذج الكلاسيكي للذرة و نموذج بور ، وذلك لان النتيجة النهائية لكلا النموذجين الكلاسيكي والكمي هي واحدة . كذلك سنفترض ان التفاعل بين الثنائيات القطبية المتجاورة معدوم . لذا فان المعالجة الرياضية الحالية هي صحيحة فقط في حالة الغازات التي تكون فيها المسافات البينية بين الذرات كبيرة نسبيا ولذلك يمكن اهمال التفاعل بين الذرات .

طبقا لنظرية بور فان النواة في الذرة المعزولة تحتوي على (Ze) من الشحنات الموجبة ، وللحفاظ على تعادل الذرة ، يفترض ان هناك Z من الالكترونات تدور حول النواة . ولنفترض ان الشحنات الالكترونية (eZ -) موزعة بانتظام خارج النواة وفي حجم كرة نصف قطرها R ، الشكل (٩) ، حيث يمثل R نصف قطر الذرة . الكثافة الحجمية للشحنة الالكترونية (ρ) يعبرعنها بالعلاقة :

$$P = - Ze / ٤(\pi/٣) R^{٣} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٢٧)$$

عند وضع مثل هذا النموذج الذري في مجال كهربائي على افتراض ان الذرة لا تمتلك الكترونات حرة

قادرة على الانقلاب تحت تأثير المجال ، الا ان الذي يحدث هنا هو ان النواة والالكترونات سوف تتأثران بقوتين متعاكستين الاتجاه (يمتلكان شحنات متعاكسة) تعملان على ازاحة النواة باتجاه المجال ، والالكترونات في الاتجاه المعاكس . وعليه فان النتيجة هي فصل مركز الشحنات لكل من النواة والالكترونات عن بعضها مؤدية بذلك الى استقطاب الذرة .



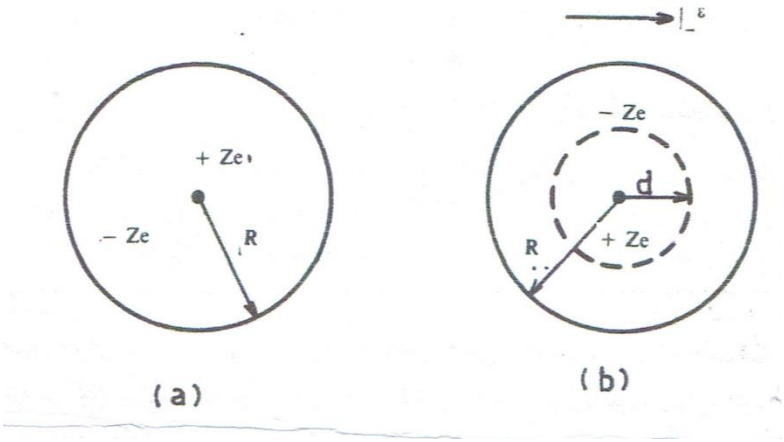
الشكل (٩) : رسم تخطيطي للذرة

من جهة اخرى فان قوى الجذب الكهروستاتيكية بين الالكترونات والنواة سوف تحاول اعادة كل منهما الى وضعهما السابق وبهذا فان حالة من التوازن تتولد ولكن هذه المرة يكون للذرة عزم ثنائي محتث ويكون مساويا الى :

$$\mu_e = \alpha_e E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٢٨)$$

حيث تمثل α_e الاستقطابية الالكترونية .

الشكل (١٠) يمثل الاستقطاب الالكتروني .



الشكل (١٠) : نموذج ذري للاستقطاب للالكتروني

a- الذرة بدون وجود المجال الكهربائي
b- الذرة عند تسليط المجال الكهربائي (استقطاب الذرة)

٢-الاستقطابية الأيونية : Ionic Polarization

يمكن التعبير عن الاستقطابية الأيونية بانها اجهاد الكتروني يتولد في مركب كيمياوي أيوني ويتم حدوث هذا النوع من الاستقطاب عند وقوع المركب تحت تأثير مجال كهربائي . لنأخذ مركب كلوريد الصوديوم (Na Cl) ذرة الصوديوم تمتلك (١١)الكترون حول النواة بينما تمتلك ذرة الكلور (١٧) الكترون حول النواة ، وبهذا فان المدار الاكثر بعدا في ذرة الصوديوم يحتوي على الكترون واحد يقضي معظم وقته بالقرب من نواة الكلور مؤديا بذلك الى جعل الصوديوم موجبا والكلور سالبا . وحيث ان الآصرة بين ايون الصوديوم وايون الكلور هي ايونية في طبيعتها ولهذا فانه حتى في حالة غياب المجال الكهربائي فان ايوني الصوديوم Na^+ والكلور Cl^- يكونان مفصولين عن بعضهما بمسافة مكونين بذلك عزم ثنائي قطب دائم قيمته تساوي حاصل ضرب الشحنة في المسافة الفاصلة بين الأيونين.

عند تسليط المجال الكهربائي E فان الايون الموجب سوف ينزاح باتجاه المجال بينما ينزاح

الايون السالب بعكس الاتجاه مسببا بذلك زيادة في طول الآصرة الايونية ، ان هذا التغير في المسافة بين الايونين يؤدي الى ظهور استقطابية اضافية في الجزيئات الايونية تدعى بالاستقطابية الذرية او الايونية وذلك لانه يحدث نتيجة للازاحة الحاصلة في الذرات نفسها داخل الجزيئة . العزم الثنائي المستقطب (μ_i) والناتج عن الازاحة المرنة للأيونات داخل الجزيئة يمكن التعبير عنه بالعلاقة :

$$(\mu_i = \alpha_i E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٢٩)$$

تكون α_i ثابتة عند الترددات الواطئة وتكون قيمتها لمعظم الجزيئات بحدود ١٠ % من قيمة α_e .

٣-الاستقطابية الاتجاهية Directional Polarization

تنشأ الاستقطابية الاتجاهية بسبب التغير الذي يحدث في اتجاهات الثنائيات القطبية الدائمة تحت تأثير مجال خارجي ثابت القيمة (D.C) وستقصر دراستنا هنا على الحالات التي تكون فيها الجزيئات حرة الحركة وكذلك على افتراض ان التفاعل بين هذه الجزيئات يمكن اهماله ، ذلك في حالتي السوائل والغازات .

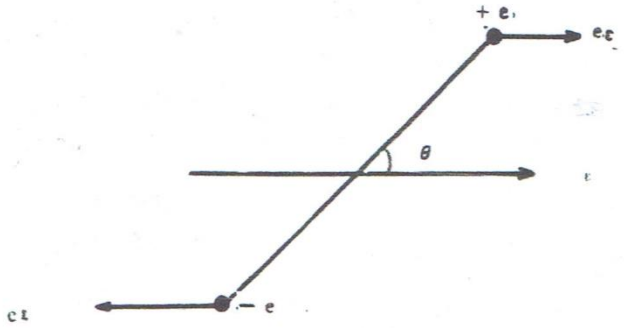
لقد بحث ديباي Deby عام ١٩١٢ هذا الموضوع فاثبت انه اذا افترضنا ان الجزيء يمكن ان يكون له عزم ناشئ عن ثنائي قطب دائم فانه يمكن بذلك تفسير ارتفاع قيم ثوابت العازل للماء والكحول والسوائل المشابهة لها ، كذلك يصبح بالامكان تفسير العلاقة بين تغير ثابت العازل ودرجة حرارة المادة .

فاذا اخذنا على سبيل المثال ، حالة غاز يحتوي على عدد كبير من الجزيئات كل منها يمتلك عزم ثنائي دائم (μ_d) فان اتجاه هذه الثنائيات سوف تكون عشوائية في حالة عدم وجود مجال خارجي وبهذا فان النتيجة هي انعدام هذا العزم الثنائي القطبي ذلك لان المحصلة النهائية لجميع هذه العزوم سوف تكون صفرا . أما في حالة تسليط مجال كهربائي خارجي فان المجال سوف يعمل عندئذ على تدوير هذه

العزوم باتجاهه ، انظر الشكل (١١) مؤديا بذلك الى ظهور استقطابية تعرف بالاستقطابية الاتجاهية أو الاستقطابية الثنائية القطبية .

الاستقطاب الكلي للمادة يشتمل على الانواع الثلاث اعلاه :

$$P = P_e + P_i + P_d \quad \text{..... (٣٠)}$$



الشكل (١١) : الزخم الزاوي الناتج من تسليط المجال الخارجي E على الثنائيات القطبية