عظيما جدا من ثقلها الكلى يكون آتيا من عدد عجلات الادارة . وتكون المحركات التى فى مقدورها أن تولد من القوة ما يبلغ ثمانماية حصانا بخاريا داخلة ضمن نطاق القطار . وعند القيام أى حينما تضطر المحركات لأن تقوم بأشق عمل لها فقد يستفيد القطار الكهربائى من الثمانمائة حصانا كلها . غير انه حينما يعتدل القطار فى سيره يأخذ السائق فى تدريج رافعة الادارة لتقليل مقدار التيار المستعمل . ولئن كانت القاطرة البخارية من القوة بحيث تستطيع ان تقوم بقطارها بسرعة من محطة ما فمن المرجح ان تضيع سدى قسطا من قوتها فيما بعد اذ ليس فى استطاعة السائق طبعا ان يقلل ضغط البخار وينقص استهلاك الوقود فى بضع لحظات

فى التركيب الذرى والخطوط الطيفية

بقلم

على مصطفى مشرفه

دكتور فى الفلسفة ، دكتور فى العلوم من جامعة لندن

والعضو بالجمعية الفلكية الملكية بانكلترا

تمهيد

نظرة تاريخية فى تطور الكهرميكة

فى النصف الأول من القرن التاسع عشر كانت الكهرميكة (١)

(١) حرف الجر من متعلق بـ تطور

قاصرة على مجموعة من القوانين المبدئية تشبه فى طريقة استنباطها قوانين نيوتن للجاذبية وكانت تلك القوانين تنص على وجود التأثير المباشر عن بعد أى أنه كان المفروض أن تنبعث من مركز الشحنة أو المغنطيسية قوى تجتاز الفضاء الحائل بينها وبين غيرها من الشحنات الكهربائية أو المغنطيسية فتؤثر فى هذه الأخيرة

وفى النصف الثانى من القرن التاسع عشر نشأ رأى معارض لذلك تتبع فيه مجرى المجال الكهرطيسى [١] فى تكيفاته المنسجمة من نقطة الى اخرى ومن لحظة الى لحظة . وسمى هذا الرأى « نظرية المجال » مقابل « نظرية التأثير عن بعد » وقد شرحه فردى Faraday وحسبه كلارك مكسول « Clark Maxewelle » وأتمه هينرخ هرتز « Hinrieck Herlz » وعلى مقتضى هـذا الرأي يمثل المجال المغنطيسى تطور مجرى خطوط القوى الكهربائية والمغنطيسية [٢] ومن حيث الزمان والمكان

ومعادلات مكسول تعلمنا كيفية ارتباط خطوط القوى المغنطيسية والكهربائية بعضها ببعض أو كيف ان التغيرات المغنطيسية عند نقطة ما فى المجال تستدعى قوة كهربائية وكيف أن التيارات الكهربائية محاطة بقوى مغنطيسية . والوسط الحائل — ولو كان عديم التوصيل — مفروض أن له شفافية وقابلية (سعة وسط) نحو خطوط القوى المغنطيسية والكهربائية . وعلى ذلك فهو يؤثر عند كل نقطة فى الفراغ

---

(١) أى ديناميكة الكهرباء
(٢) أى الكهربائى المغنطيسى

فى نظام المجال الكهرطيسى على حسب خواص تركيب الوسط فى مختلف نقطه

وقد أحرز هذا المذهب أكبر انتصار له حينما نجح هرتز فى ربط الضوء — وهو الظاهرة الطبيعية التى نحن أكثر خبرة بها من غيرها — بالكهرطيسية التى كانت فى ذلك العهد أكثر الظواهر غموضا على العقل البشرى فبعد أن رأي مكسول أن الضوء انما هو ظاهرة كهرطيسية تذبذبية — اذ نجح فى حساب سرعة الضوء من نتائج تجارب كهربائية محضة أجراها كولراوش « Kohlrausch » أحدث هرتز عمليا ماسماه « أشعة القوة الكهربائية » التى هى مشابهة للأشعة الضوئية من حيث قابليتها للانعكاس وانكسارها وتجمعها فى بؤرة بواسطة مرايا مناسبة وانتشارها فى الفراغ بسرعة الضوء . وكان الطول الموجى للموجات التى أحدثها هرتز بضع متار . ومنها يتدرج الانسان فى سلسلة ظواهر تكاد تكون تامة الاتصال مارا بالأشعة الحرارية ثم الأشعة الضوئية المنظورة التى لايزيد طولها الموجى عن كسور من م (أى من $\frac{1}{1000}$ من المليمتر) وأكبر حلقة فى هذه السلسلة عثر عليها بعد ذلك كنتيجة مباشرة لتجارب هرتز هى موجات التلغراف اللاسلكى التى يقدر طولها الموجى بالكيلومترات . وأصغر حلقة وأدقها صنعا أضيفت فى الطرف الآخر من السلسلة فى قالب أشعة رنتجن ، فأشعة ج التى هى دون أشعة رنتجن قصرا وتشبهها فى طبيعتها

وقد مات هرتز أول يناير عام ١٨٩٤ فى سن السابعة والثلاثين بعد أن قضى السنين الأخيرة من حياته القصيرة فى تنسيق تجاربه الموجية وتهذيب نظريته فى المجال الكهرطيسى . وقفى على أثره فى ذلك علماء الفن بعده . غير أن آخر تجربة لهرتز « فى مرور أشعة المهبط خلال طبقة رقيقة فلزية » كانت قد أثارت سبيلا جديدا للبحث

صرفت نظرية المجال الأذهان عن منشأ خطوط القوى وكان أهم ماخدمت به العلم أن بينت المجرى العام لهذه الخطوط اذا كان ترتيب المجال منتظما . وكانت الخطوة التالية لذلك أن يبحث فى النقط الفريدة فى المجال — أى النقط التى عندها يفقد المجال انتظامه — أو الشحنات نفسها وتتوافر أنسب أحوال لمثل هـذا البحث داخل أنابيب أشعة المهبط حيث تزيد درجة الخلخلة على ماهى عليه داخل أنابيب جيسلر (كما يسمونها والواقع أن بلكر Plucker وهتورف Hittorf استخدماها) فلدينا فى حالة أشعة المهبط كهرباء لاتشوبها المادة العادية . وزيادة على ذلك فهى متحركة فى خطوط مستقيمة بسرعة كبيرة جدا . وأشعة المهبط هى اشعة دقائق ـ اى انها ليست اشعة موجات ـ من الكهرباء السالبة . ولم يكن طبعا هرتز نفسه بل تلميذه المشهور لنارد « Lenard » الذى سبب اقتناع العلماء بهذا التفسير

إلا ان هرتز ذاته كان قد اعترف بالفائدة الهامة التى تعود من البحث فى أشعة المهبط فى المستقبل : فقد صرف همه الشخصى فى اجتذاب الباحثين الطبيعيين الى تمهيد هذا السبيل الذى افتتحه هو . وتلا ذلك

أن أعير اهتمام كبير لا الى انتشار خطوط القوي فقط بل ايضا الى الشحنات بصفتها ينابيع هذه الخطوط . وظلت نظرية مكسول الأصلية حافظة لقيمتها فى حساب الظواهر الاجمالية اى التى لا تتأثر كثيراً بتفاصيل الحركات الداخلية للدقائق الكهربائية بل بمتوسط التأثير الخارجى لحركات عدد كبير من هذه الدقائق . ومثل هذه الظواهر الاجمالية التلغراف اللاسلكى . والاعمال الفنية الكهربائية . فنظرية مكسول شبيهة بالعلوم الاحصائية التى تبحث فى متوسط نتائج عدد كبير من الظواهر الجزئية . غير أنه أصبح من الضرورى أن يسبر غور هذه الظواهر الاجمالية لكى يتوصل إلى معرفة الظواهر الجزئية الخاصة بحركات الدقائق الكهربائية ذاتها . فحل محل كهربيكة مكسول على بساط البحث ديناميكة الكهربة (أو الالكترن) التى جاء بها لورنتز Lorentz واستبدلت بنظرية المجال المتصل النظرية التفصيلية التى تبحث فى ذرارية الكهرباء وحلت نظرية الكهربان محل نظرية التأثير عند بعد ص ٣ ونظرية التأثير بواسطة المجالات

(يتبع)