

Lịch Sử ĐIỆN HỌC

» Tác giả: **Phạm Văn Tuấn**

Chúng ta đang sống trong một thời đại dùng rất nhiều điện lực. Điện được dùng trong cuộc sống hàng ngày: lò điện, quạt máy, bàn ủi, tủ lạnh, vô tuyến truyền thanh và truyền hình. . . Điện lực còn được dùng trong các nhà máy để chế tạo biết bao vật dụng cần thiết, từ vật nhỏ như cái đinh đến vật lớn như con tàu thủy xuyên đại dương.

Chúng ta thử tưởng tượng nếu ngày hôm nay không có điện, cuộc sống chung quanh sẽ ra sao? Con người đã chế ngự được một thứ năng lượng và dùng nó để làm cho cuộc sống tiện lợi hơn. Nhưng sự chế ngự năng lượng này đòi hỏi nhiều thế kỷ tìm kiếm của các nhà khoa học, là những người đã khảo cứu một cách vô vị lợi để đưa Nhân Loại tới tình trạng khoa học tiến bộ như ngày nay. Vậy điện lực được tìm kiếm dần dần như thế nào?

1/ Thales, Gilbert và Von Guericke.

600 năm trước Tây Lịch tại Hy Lạp, nhà triết học kiêm toán học lừng danh Thalès de Milet đã khảo cứu mọi hiện tượng và sự vật chung quanh. Một hôm khi đang ngồi làm việc, ông thấy trên bàn có miếng hổ phách (amber), ông liền cầm miếng đó lên ngắm nghía, lấy áo đánh cho thật bóng rồi đặt vào chỗ cũ. Bỗng nhiên Thalès sửng sốt, ông thấy các vụn gỗ bám vào miếng hổ phách. Tại sao có sự kỳ lạ này? Thalès phân vân. Ông đánh bóng lại miếng hổ phách và đặt gần các vụn gỗ, kết quả vẫn như trước. Thalès kết luận rằng khi sát mạnh miếng hổ phách thì miếng này hút được các vụn gỗ. Ông tự hỏi liệu các thứ khác với vụn gỗ có bị hút không? Thalès liền thử lại với lông chim, vụn vải nhỏ và được các kết quả tương tự. Công cuộc khảo sát của Thalès chỉ tới đó. Ông Thalès chỉ tìm thấy rằng khi sát mạnh cục hổ phách bằng miếng da thì cục hổ phách đã hút các vật nhẹ, trái với trường hợp cục hổ phách không được chà sát.

Trải qua 22 thế kỷ tới năm 1600, Sir William Gilbert là người đầu tiên khảo cứu về điện học và từ học. Gilbert nhớ lại các điều nhận xét của Thalès khi trước. Ông tự hỏi các chất khác với hổ phách liệu có tính chất khi sát mạnh, hút các vật nhẹ như hổ phách không? Gilbert liền thử với nhiều chất liệu và tìm thấy lưu huỳnh, thủy tinh, si có tính chất tương tự. Ông đặt tên cho sức hút bí ẩn này là điện lực (électricité), suy từ chữ Hy Lạp Elektra là hổ phách.

Trong tác phẩm De Magnete, Gilbert đã trình bày tất cả vật chất đã được ông dùng trong các thí nghiệm và xếp loại theo thứ tự các chất có sức hút lớn. Trong việc nghiên cứu về điện lực và từ lực, Gilbert đã phát minh ra được một điện nghiệm kế (électroscope) dùng để khám phá các vật có chứa điện lượng rất nhỏ. Các điều quan sát cẩn thận và được ghi chép đầy đủ của Sir William Gilbert đã là căn bản cho các công cuộc khảo cứu điện học sau này.

Tác phẩm De Magnete được phổ biến rất chậm chễ tại châu Âu nhưng cũng làm cho các nhà khoa học của lục địa này phải chú ý tới các điều bí ẩn đã được mô tả trong sách. Năm 1660, Otto Von Guericke, Thị Trưởng miền Magdeburg nước Đức, ngoài việc điều hành chính quyền còn chuyên tâm tới Khoa Học. Ông Von Guericke đã phát minh ra một máy hút không khí để tạo nên khoảng chân không. Ông còn làm rất nhiều thí nghiệm lừng danh về áp suất không khí.

Tác phẩm De Magnete khiến ông Von Guericke phải nghiền ngẫm, suy nghĩ. Von Guericke làm lại các thí nghiệm của Sir William Gilbert và thấy rằng nếu cứ chà xát các mảnh lưu huỳnh hay thủy tinh để có điện lực thì quả là một công việc phiền phức. Ông liền làm một quả cầu bằng lưu huỳnh, xuyên qua tâm bằng một trục có tay quay rồi đặt quả cầu vào một giá gỗ. Khi quay thật nhanh và dùng một găng tay bằng da đặt vào mặt quả cầu lưu huỳnh, Von Guericke đã lấy được một số điện lượng lớn gấp bội thứ của Sir William Gilbert, thứ điện này có ngay tại chỗ bị chà xát và không lưu động nên được gọi là tĩnh điện (static electricity). Như thế Von Guericke đã chế tạo được chiếc máy tĩnh điện đầu tiên.

Von Guericke còn khám phá ra rằng khi một vật nào tiếp xúc với quả cầu lưu huỳnh thì vật đó cũng có tính chất hút các vật nhẹ nghĩa là có chứa điện lượng. Ông còn chứng minh rằng điện được truyền đi trong các thanh kim loại. Otto Von Guericke thực sự đã góp một phần đáng kể vào môn điện học nhất là máy tĩnh điện của ông giúp cho các nhà khoa học sau này có thể khảo cứu điện lực dễ dàng hơn.

2/ Benjamin Franklin và Luigi Galvani.

Tới đầu thế kỷ 18 tại nước Anh, Stephen Gray là người đã giúp thêm vào sự hiểu biết về điện học. Gray rất nghèo, không đủ tiền mua sách vở và dụng cụ thí nghiệm nên phải nhờ một người bạn tên là Granvil Wheler, là người giàu có lại ưa thích Khoa Học và quý mến những người có chí. Điện học đã ám ảnh Wheler cũng như Gray và khiến cho hai người trở nên đôi bạn tâm giao.

Vào một buổi chiều mùa đông năm 1729, Gray và Wheler nổi một khúc thủy tinh với một quả cầu ngà bằng một sợi chỉ dài rồi chà sát khúc thủy tinh, họ nhận thấy các lông tơ dính vào quả cầu ngà, như vậy điện lượng đã được truyền đi qua sợi chỉ. Gray đã thấy rằng vài chất có tính cách dẫn điện, có chất lại không. Những chất kể sau này được gọi là chất cách điện (insulator). Gray còn cho biết kim loại là chất dẫn điện tốt (conductor).

Các phòng thí nghiệm của thời kỳ đầu thế kỷ 18 thường được trang bị một máy tĩnh điện của Von Guericke. Khi cần thí nghiệm, việc phải quay máy để chế tạo điện lực trở nên một vấn đề phiền phức. Nhiều người tự hỏi liệu có cách chứa điện nào để điện lượng sẵn sàng khi cần đến? Qua nhiều năm, các nhà vật lý đã nhận thức rằng không khí ẩm ướt khiến cho tĩnh điện lấy được từ máy bị mất mát đi rất nhiều. Pieter Van Musschenbroek (1692/1761), Giáo Sư tại trường Đại Học Leyde, Hòa Lan, cho rằng sự mất điện như vậy do bởi không khí đã dẫn điện. Theo ý ông, muốn tránh bị mất điện nên bao bọc vật chứa điện bằng chất cách điện. Musschenbroek liền treo một chai đầy nước bằng một sợi kim loại xuyên qua nút chai và sợi này được buộc vào một đoạn ống thép, treo nằm ngang do hai sợi chỉ. Musschenbroek cho rằng khi nạp điện, điện lượng sẽ truyền vào nước và chai thủy tinh sẽ che chở cho số điện lượng đó. Rồi ông chạm một tay vào đoạn ống thép và tay kia vào chai thủy tinh, ông đã thấy bị giật mạnh.

Thí nghiệm của Musschenbroek được làm lại tại nhiều nơi, nhất là tại nước Pháp do tu sĩ Jean Antoine Nollet (1700/1770), Giáo Sư Triết Học Thiên Nhiên của Hoàng Gia. Trước mặt nhà Vua, Nollet đã thực hiện sự phóng điện vào một hàng vệ binh tay nắm tay. Chính Nollet đã đặt tên cho dụng cụ của Musschenbroek là chai Leyde và từ năm 1744, chai Leyde là một thứ tụ điện thô sơ nhất. Chai Leyde bằng thủy tinh, được bọc ngoài bằng các lá thiếc mỏng, cổ chai bằng gỗ có gắn một cây đinh xuyên qua. Khi quay máy tĩnh điện rồi cho tiếp xúc với cây đinh, chai Leyde như vậy được tiếp điện và chứa điện cho đến khi nào dùng tới.

Vào thời kỳ đó thứ tụ điện này được phổ biến rất nhiều tại châu Âu. Trong phòng thí nghiệm, đôi khi các nhà khoa

học còn làm cho khán giả phải kinh ngạc bằng cách dùng chai Leyde để “lấy điện từ đầu mũi người ngồi riêng biệt tại mỗi nơi”. Chai Leyde đã trở thành một đồ vật dùng làm trò quỷ thuật đối với người thường nhưng với nhà khoa học, loại bình chứa điện này đã giúp họ tìm ra các phát minh quan trọng khác.

Mãi tới năm 1750, chai Leyde mới được miền đất Bắc Mỹ biết đến. Tại nơi đây, chưa có một phòng thí nghiệm do chính quyền mở ra, chưa có một hội khoa học nào cũng như một trường đại học nào. Tuy nhiên Tân Thế Giới vẫn có nhiều nhà khảo cứu và phát minh. Những người này mua sách báo và vật dụng khoa học từ châu Âu và thường phổ biến các kết quả của công cuộc tìm kiếm qua sách báo của nước Anh.

Trong số các nhà khoa học của châu Mỹ, có nhà vật lý danh tiếng miền Philadelphia: ông Benjamin Franklin. Franklin đã mua được một chai Leyde từ châu Âu rồi sau rất nhiều thí nghiệm về điện với dụng cụ này, ông đi tới nhận xét rằng tia điện phát ra từ chai tụ điện giống như các lần chớp trên trời trong những ngày giông tố. Ông tự hỏi phải chăng sấm chớp cũng là một thứ điện nhưng với một cường độ lớn gấp bội? Nếu như thế phải làm sao nghiệm thử giả thuyết này. Franklin liền làm một chiếc điều khá lớn, phát bằng lụa rồi vào một buổi chiều mây đen kéo tới mù mịt, ông cùng đứa con trai William đem điều ra thả. Chiếc điều theo gió mạnh lên cao vùn vụt, chẳng mấy chốc đã tới tầng mây đen thấp nhất. Franklin buộc tại cuối sợi dây điều chiếc chìa khóa bằng kim loại. Mười phút sau sấm sét rền trời rồi mưa xuống. Franklin đưa tay gần chiếc chìa khóa thì thấy có tia lửa bật ra và ông cảm thấy bị điện giật. Như vậy sợi dây điều ngấm nước đã truyền điện từ trên mây xuống và khi ông đưa tay gần chiếc chìa khóa bằng đồng, điện đã truyền qua người ông.

Franklin liền sai William mang chai Leyde ra, rồi đặt chiếc đỉnh nơi cổ chai gần chiếc chìa khóa đồng, tức thì các tia lửa bật ra và chai Leyde đã đầy điện. Thật là may mắn cho Franklin đã không bị thiệt mạng trong thí nghiệm táo bạo này vì sau đó 10 năm, nhà vật lý người Nga tên là Richmann thuộc trường Đại Học St. Petersburg khi thực hiện lại thí nghiệm này đã bị sét đánh chết.

Từ cuộc thí nghiệm về sấm chớp, Benjamin Franklin kết luận rằng điện có mặt tại khắp nơi. Khi một vật có quá nhiều điện lượng, vật này dễ làm mất số điện lượng đó và Franklin gọi vật đó chứa điện dương. Trái lại khi một vật không có đủ số điện lượng thông thường, vật này dễ nhận thêm điện lượng mới, vật đó chứa điện âm. Franklin cho phổ biến công cuộc khảo cứu của ông trên một tờ báo khoa học tại nước Anh vì thời bấy giờ châu Mỹ còn là một thuộc địa của nước Anh.

Ngoài lý thuyết về điện, Benjamin Franklin còn phát minh ra cột thu lôi. Để thử nghiệm, ông đã can đảm dựng ngay một cột thu lôi trên nóc nhà của mình. Sau nhiều ngày giông bão, căn nhà của ông vẫn không sao nên dân chúng trong vùng Philadelphia cũng bắt chước ông thực hiện dụng cụ này. Franklin đã tả rõ lợi ích của cột thu lôi trong cuốn lịch The Poor Richard Almanach.

Công cuộc khảo cứu của Benjamin Franklin đã là một bước tiến của lịch sử điện học nhưng còn một khám phá rất lớn lao: sự nhận xét về điện của Galvani. Luigi Galvani là Giáo Sư danh tiếng về Cơ Thể Học tại trường Đại Học tỉnh Bologna, nước Ý. Ông Galvani có một phòng thí nghiệm khá đủ tiện nghi để vừa dạy học, vừa tìm tòi nghiên cứu. Một hôm Galvani giảng một bài trong đó dùng tới một con nhái đã lột da. Do tình cờ con vật được đặt trên chiếc bàn mặt kim loại. Khi giảng tới sự phức tạp của các đường gân và các bắp thịt, Galvani lấy xiên đâm vào đuôi con nhái. Bỗng nhiên chân nhái co giật lại. Galvani hết sức ngạc nhiên. Thử lại mấy lần, ông đều thấy như vậy. Sau vài ngày tìm hiểu, Galvani thấy rằng chân nhái co giật khi đầu xiên đâm vào và chạm tới mặt bàn kim loại.

Một ngày khác, Galvani dùng một móc đồng phơi khô một đôi chân nhái phía trên thanh sắt bao lơn. Galvani nhận thấy gió thổi, đưa đi đưa lại đôi chân con vật và cứ mỗi khi đôi chân này chạm vào thanh bao lơn thì lại co giật. Ông ngẫm nghĩ về hiện tượng kỳ lạ này và cố gắng tìm lời giải đáp. Bỗng dưng, một ý tưởng hiện ra trong óc ông: điện! Galvani kết luận rằng có điện tại mọi vật, ngày cả trong đôi chân nhái. Thứ điện này được ông gọi là “điện của sinh vật”. Galvani liền viết một bài báo nói về sự tìm kiếm của mình. Cả châu Âu phải sửng sốt về điều tìm thấy mới lạ này và điện của sinh vật trở nên đầu đề cho các câu chuyện khoa học thời bấy giờ.

Ngày nay chúng ta biết rằng Galvani đã nhầm lẫn ở chỗ gọi điện của sinh vật và ông ta không tìm ra điện ở đâu mà có. Tuy nhiên điều nhận xét của Galvani đã mở đường cho công việc chế tạo điện bằng kim loại và hóa chất sau này.

3/ Alessandro Volta.

Từ khi Galvani phổ biến các nhận xét về điện thì tại các phòng thí nghiệm của châu Âu, các nhà khoa học đã làm nhiều thí nghiệm về đôi chân nhái. Có người lại dùng dây dẫn điện nối chai Leyde với đôi chân nhái và đã thấy đôi chân con vật bị co giật mạnh gấp bội. Do thí nghiệm này, nhiều nhà khoa học bắt đầu nghi ngờ lý thuyết điện của

sinh vật. Trong số những người bác bỏ lý thuyết kể trên, có Alessandro Volta.

Volta là Giáo Sư Vật Lý tại trường Đại Học Pavie nước Ý. Ông đã khảo cứu nhiều về điện học và đã tìm cách tăng năng lực của chai tụ điện. Đối với thí nghiệm về đôi chân nhái, Volta không để tâm đến sự việc chân nhái co giật mà tìm hiểu điện ở đâu đã gây nên sự co giật đó. Volta thấy rằng chỉ có sự co giật khi chân nhái được đặt lên mặt bàn bằng kim loại và được đâm bằng một thứ xiên kim loại. Còn trong trường hợp chân nhái treo trên thanh sắt bao lơn bằng một móc đồng, chân nhái chỉ co giật khi chạm vào thanh sắt. Như vậy cần phải có hai thứ kim loại khác nhau để có sự co giật đó. Sau khi gắng sức tìm kiếm, Volta đã thấy rằng điện sinh ra do phản ứng hóa học và phản ứng này chỉ có khi hai thứ kim loại khác nhau được tiếp xúc với nhau trong một dung dịch muối. Trong trường hợp đôi chân nhái, dung dịch muối đó có bên trong lớp thịt nhái.

Volta liền làm các miếng tròn bằng đồng và kẽm rồi xếp một miếng đồng cách một miếng kẽm bằng một miếng giấy xấp tẩm dung dịch muối ăn. Sau đó ông nối hai miếng trên cùng và dưới cùng của chồng các miếng tròn bằng một sợi dây dẫn điện, Volta đã thấy giòng điện chạy qua. Như vậy bình phát điện đầu tiên đã ra đời dưới tên gọi là “pin Volta”. Sở dĩ có danh từ “pile” vì đây là một chồng các miếng tròn bằng đồng và kẽm.

Phát minh của Volta đã cho Nhân Loại một giòng điện đều, sẵn sàng dùng trong bất cứ cuộc thí nghiệm nào. Phát minh quan trọng này đã làm Alessandro Volta nổi danh lừng lẫy. Năm 1800, Volta tới thành phố Paris và thực hiện lại các thí nghiệm của ông trước sự tán thưởng của tất cả các giới Khoa Học Pháp. Trong dịp này, Volta được Hàn Lâm Viện Pháp Quốc trao tặng một huy chương vàng.

4/ Humphrey Davy.

Phát minh ra “pin” của Alessandro Volta được phổ biến tới Sir Joseph Banks lúc này là Chủ Tịch của Hội Khoa Học Hoàng Gia. Một tháng sau, chiếc pin Volta lớn đầu tiên được chế tạo tại nước Anh do William Nicholson và Anthony Carlisle. Hai nhà thực nghiệm này khi đó muốn cho các miếng tròn kim loại của pin thực sự tiếp xúc với vật phân cách nên đã giở nước vào miếng tròn trên cùng và họ đã ngạc nhiên khi thấy các bọt khí bay ra từ nước. Nicholson và Carlisle liền nghiên cứu một cách rộng rãi hơn, đã dùng các sợi dây bằng vàng dẫn từ hai cực của pin và nhúng vào trong nước, tìm thấy Hydrogen và Oxygen bay ra. Sự phân tích nước bằng giòng điện này được thực hiện vào

ngày 2 tháng 5 năm 1800 tại London. Nicholson và Carlisle lại nhận thấy rằng khi dùng các dây đồng nối với hai cực của pin, chỉ có Hydrogen bay ra trong khi hứng được Oxygen nếu dùng dây vàng hay dây bạch kim. Rồi do sự biến màu của dây đồng, hai nhà khoa học đã suy ra sự oxid-hóa.

Sau khi đã có pin phát điện, các nhà khoa học tìm cách tăng sức mạnh của pin do ghép hai hay vài pin với nhau. Các bình điện lớn được chế tạo tại khắp nơi và là thứ mong ước của nhiều nhà khoa học. Năm 1800, Hoàng Đế Napoléon I đã hạ lệnh chế tạo cho Trường Bách Khoa một bình phát điện cực lớn gồm 600 pin nhỏ nhưng bình điện lớn nhất được thiết lập trong thời kỳ này là của Viện Khoa Học Hoàng Gia nước Anh. Người trông nom Viện này là Bá Tước Benjamin Rumford. Tuy bình điện lớn kể trên mang lại danh tiếng cho Viện nhưng cũng làm ngân quỹ của Viện gần cạn. Thời đó, các phát minh về điện đã làm tất cả dân chúng phải chú ý nên Bá Tước Rumford nghĩ tới việc tổ chức các buổi diễn thuyết và trình diễn các thí nghiệm về điện học để lấy tiền cho ngân quỹ của Viện Hoàng Gia.

Chương trình các buổi thuyết trình liền được quảng cáo trên báo chí. Trong các buổi diễn thuyết đầu, có một số khán giả đến dự nhưng con số này không bao giờ tăng thêm, điều này làm cho Rumford nghĩ rằng Viện Khoa Học thiếu người có tài về diễn thuyết. Nghe lời một người bạn, Bá Tước Rumford đã thuê một người làm công việc này: Humphrey Davy.

Tuy mới 23 tuổi, Davy đã tỏ ra có nhiều kiến thức về điện học và hóa học. Ngoài ra ông còn có tài ăn nói hấp dẫn khán giả vào bài thuyết trình, vào các thí nghiệm kiểm chứng, khiến cho người nghe vừa thu lượm được những điều hiểu biết ích lợi, vừa tưởng như được xem các màn ảo thuật đầy bí ẩn. Nhờ Davy, số khán giả ngày một tăng, bài vở bán được ngày một nhiều và Viện Hoàng Gia không còn sợ thiếu hụt ngân quỹ nữa, đó là vào năm 1801.

Danh tiếng của Davy được nhiều người biết tới nhưng ông không phải chỉ là một diễn giả có tài, ông còn là một nhà khoa học thiên phú. Thật là may mắn cho Davy được làm việc tại một nơi có đầy đủ dụng cụ khoa học, sẵn sàng cho phép các nhà phát minh phát triển khả năng của mình. Đặc biệt nhất, bình điện với điện thế mạnh nhất thời kỳ đó, đã khiến ông làm nhiều thí nghiệm hữu ích nhất là về phương pháp điện giải, mở đầu các cuộc tiến bộ về Hóa Học. Nhờ phương pháp này, các nhà khoa học đã lấy được nhiều kim loại tinh khiết như trường hợp của đồng, sắt và nhôm, đây là thứ kim loại mà vào thời đó người ta quý ngang vàng.

Ngoài việc tìm thấy phương pháp điện giải, Davy còn chế ra đèn hồ quang và khám phá nhiều đơn chất mà đáng kể

nhất là hai chất Potassium và Sodium. Vào năm 1820, Humphrey Davy được phong chức Hiệp Sĩ và được bầu làm Chủ Tịch của Viện Khoa Học Hoàng Gia, một danh vọng tột đỉnh của các nhà khoa học Anh Cát Lợi.

5/ Oersted, Ampère và Faraday.

Vào cuối năm 1819 do một sự tình cờ, Hans Christian Oersted, Giáo Sư Vật Lý tại trường Đại Học Copenhagen, đã nhận thấy từ trường của một giòng điện. Francois Jean Arago, nhân viên của Hàn Lâm Viện Pháp Quốc, được biết tới khám phá của Oersted trong khi đang du lịch tại ngoại quốc. Khi trở về Paris, Arago liền mô tả lại thí nghiệm này cho các bạn đồng viện vào ngày 11/9/1820. Bài toán về sự liên lạc giữa điện lực và từ lực được nhiều nhà khoa học chú ý và chỉ trong vài tháng, nhiều khám phá khác đã nối nhau xuất hiện. Arago tìm ra cảm ứng điện từ và chứng minh rằng một cuộn dây điện có giòng điện chạy qua có tính chất như một thanh nam châm.

Thí nghiệm của Oersted còn được André Marie Ampère (1775/1836) làm lại nhiều lần và Ampère thấy rằng hai sợi dây điện song song có giòng điện chạy qua sẽ hút nhau nếu giòng điện cùng chiều và sẽ đẩy nhau nếu giòng điện khác chiều. Khám phá này của Ampère là một phần quan trọng trong công cuộc tìm hiểu môn điện từ học.

Ngày 18/9/1820 trong một buổi họp tại Hàn Lâm Viện Pháp, Ampère mô tả thí nghiệm đầu tiên của ông về tác dụng hỗ tương của giòng điện. Ampère đã phân biệt giòng điện và điện thế và ông đã chứng minh rằng vài hiện tượng về giòng điện thì hoàn toàn khác hẳn với hiệu ứng (effet) của các vật chứa điện lượng. Nhiều ý tưởng mới lạ của Ampère đã được các nhà bác học khác công nhận, chẳng hạn như các nhà toán học lừng danh Fourier và Laplace. Những khám phá quan trọng của Ampère khiến cho 50 năm về sau, James Clerk Maxwell đã gọi André Marie Ampère là “Newton của Điện Học”.

Khám phá về từ trường của Oersted đã cung cấp cho các nhà khoa học một phương tiện dùng vào việc tìm kiếm giòng điện do cảm ứng từ. Dụng cụ dùng tính chất này được gọi là điện kế. Thứ điện kế đơn giản nhất gồm một vòng dây điện có ở tâm một kim nam châm. Khi có giòng điện chạy qua, điện trường đã làm quay kim nam châm một góc 90 độ so với hướng cũ của nó, trong khi từ trường của trái đất lại giữ cho kim ở vị trí cũ và như vậy, kim nam châm ở vị thế cân bằng tùy theo sức của các trường đối kháng nhau. Muốn làm cho điện kế nhạy cảm hơn, nhà khoa học có thể tăng thêm tác dụng của giòng điện, hoặc làm giảm ảnh hưởng do trái đất. Phương pháp thứ nhất đã được nhà

vật lý người Đức Schweigger áp dụng vào năm 1821 bằng cách tăng thêm số vòng dây điện quấn chung quanh một khung gỗ hình vuông trong khi kim nam châm được đặt ở giữa. Nhà vật lý người Ý Nobili dùng phương pháp thứ hai bằng cách lấy hai kim nam châm dài gần bằng nhau, đặt ngược đầu và nối với nhau bằng một sợi dây đồng.

Vào năm 1820 khi Oersted công bố điều nhận xét của ông về từ trường thì cả thế giới khoa học đều xôn xao và chú ý. Tại nước Anh, Michael Faraday, phụ tá phòng thí nghiệm cho Humphrey Davy, nghe được câu chuyện giữa Davy và Wollaston về khám phá của Oersted, và Wollaston cho rằng có thể làm cho một dây điện có giòng điện chạy qua quay quanh trục của nó. Thí nghiệm của Wollaston gặp thất bại nhưng ý tưởng này đã khiến cho Faraday thành công trong việc tìm thấy hiện tượng từ cảm vào năm 1831 để rồi sau đó, Faraday chế tạo ra được chiếc dynamo đầu tiên. Ngoài ra Faraday còn đọc hai định luật lừng danh về điện giải.

6/ Ruhmkorff, Thomson và Maxwell.

Sau Faraday nhiều nhà khoa học khác cũng tìm cách chế tạo các dụng cụ cho sức điện động cao. Dụng cụ hữu ích đầu tiên là của Ruhmkorff (1803/1877) chế tạo vào năm 1851, đây là cuộn dây tự cảm bên trong các cuộn dây sơ cấp và thứ cấp. Phát minh này của Ruhmkorff được dùng vào việc sản xuất tia X, vô tuyến điện tín và các công cuộc khảo cứu khoa học khác. Máy từ điện (magneto) cũng là một hình thức của cuộn dây tự cảm.

Cũng sau khám phá của Oersted, Thomas Johan Seebeck (1770/1831) tại Berlin, đã tìm thấy rằng khi nối hai kim loại khác nhau, như đồng và bismuth, ở hai nhiệt độ khác nhau bằng một dây dẫn điện, sẽ có một giòng điện chạy qua. Giòng điện này được gọi là giòng nhiệt điện (thermo-electric current).

Các pin Volta đã cho các giòng điện đều, làm dễ dàng những thí nghiệm. Nhà vật lý người Đức Georg Simon Ohm thấy rằng khi cho giòng điện chạy qua các dây kim loại có thiết diện nhỏ thì các dây này nóng lên và phát sinh ra nhiệt. Ohm đã tìm được sự liên lạc giữa nhiệt phát ra với cường độ giòng điện và hiệu số điện thế. Vào năm 1827, định luật Ohm được phát biểu, bổ túc cho kiến thức của Nhân Loại về điện học.

Sự quan trọng của định luật Ohm được công nhận khiến cho nhiều nhà khoa học chú ý đến việc đo điện trở, sức điện động. . . và tìm cách chế tạo ra các dụng cụ đo lường. Một số các dụng cụ quan trọng đã được phát minh do Sir

Charles Wheatstone, Giáo Sư Vật Lý tại trường Đại Học King's College. Wheatstone đã làm ra máy biến trở (rheostat) và tìm thấy cách ghép dây dẫn điện để suy ra điện trở của một dây chưa biết. Phương pháp này được gọi là Cầu Wheatstone.

Sự tiến triển về điện học khiến các nhà khoa học tìm cách cải thiện các máy móc đo lường về điện. Trước kia, điện kế thường dùng cuộn dây vuông hay chữ nhật khiến cho kim nam châm không quay trong một từ trường đều. Để cải thiện điều này, Hermann von Helmholtz đã nghĩ ra một loại điện kế khác vào năm 1849. Ông dùng tới hai cuộn dây bằng nhau và một kim chỉ thị gắn vào kim nam châm, điều này còn gặp trở ngại vì trọng lượng của kim tăng lên. Cũng vào năm này, Wilhelm Weber đã dùng tới một gương nhỏ gắn vào kim nam châm, phương pháp này được nhiều người xác nhận là thích hợp. Weber còn phát minh ra điện lực kế (electrodynamometer), một dụng cụ dùng để đo sức hút và đẩy của giòng điện. Đây là một dụng cụ tinh xảo đầu tiên được phát minh. Ngoài ra Weber và Gauss còn chế tạo ra từ kế (magnetometer) và đào sâu việc khảo cứu từ trường của trái đất.

Về dụng cụ đo lường điện lực, William Thomson hay Lord Kelvin cũng góp phần đáng kể chẳng hạn như điện kế gương quay (mirror galvanometer) và điện kế khung quay (moving coil galvanometer). Thomson còn khảo cứu vô tuyến điện báo và các công cuộc đo lường do ông thực hiện đều có tính cách tuyệt đối, do đó đã khiến các nhà khoa học thời bấy giờ có các ý niệm mới về những đơn vị đo lường căn bản.

Vào giữa thế kỷ 19, đơn vị điện chưa được thống nhất, chẳng hạn như về điện trở (resistance). Tại nước Anh điện trở mẫu là một điện trở của một dặm dây đồng số 16 trong khi đó một dặm dây sắt số 8 lại được chọn làm căn bản tại nước Đức. Thêm vào đó sự tiến triển về vô tuyến điện báo vào giữa thế kỷ 19 đã làm cho các nhà khoa học nghĩ rằng việc đặt ra các đơn vị điện lực rất cần thiết. Hiệp Hội Anh Quốc (The British Association Committee) năm 1862 đã chấp nhận đơn vị điện trở thông dụng lớn gấp 10 lũy thừa 9 đơn vị căn bản và gọi đó là Ohmad rồi về sau được gọi là Ohm để ghi nhớ công lao của nhà đại khoa học Georg Simon Ohm. Sau đó, hai hội nghị quốc tế về đơn vị điện lực được tổ chức tại Paris vào năm 1881 và Chicago vào năm 1895, đã đặt ra những đơn vị căn bản, chẳng hạn như Ampère và Volt.

Kiến thức về điện học càng ngày càng trở nên rộng rãi và phức tạp. Nhiều định nghĩa khoa học được thêm vào để trở thành những ý niệm căn bản mới. Poisson dẫn tới quan niệm về mô-măng từ (magnetic moment) và cường độ hóa từ (intensity of magnetization). Công trình khảo cứu của Poisson được George Green, nhà toán học thuộc

trường Đại Học Cambridge, khai triển để thêm vào danh từ hiệu thế (potential). Nhờ George Green, quan niệm toán học về hiệu thế đã trở nên một dụng cụ hữu dụng cho việc thiết lập các định luật điện học và từ học.

Ngoài Green, việc khảo cứu lý thuyết điện học còn được Lord Kelvin, Weber và R. Kohlrausch theo đuổi nhưng đáng kể hơn cả là James Clerk Maxwell. Maxwell đã đọc các ý tưởng của Faraday viết trong tác phẩm “Các Khảo Cứu Thực Nghiệm” (Experimental Researches) diễn tả một vài ý tưởng bằng ngôn ngữ toán học. Tác phẩm “Khảo Sát về Điện Học và Từ Học” (Treatise on Electricity and Magnetism) của Maxwell xuất bản vào năm 1873 đã là một cái mốc của lịch sử khoa học bởi vì trước Maxwell, giao động điện không được coi là một chuyển động làn sóng với một vận tốc xác định. Mãi tới năm 1888, Heinrich Hertz mới chứng minh được sự khả hữu của làn sóng điện từ trong không gian chung quanh một chai Leyde phóng điện. Kết quả này đã xác nhận lời tiên đoán của Maxwell. Các máy giao động điện (oscillator) và máy kiểm ba (detector) do Hertz dùng trước kia, đã được Sir Oliver Joseph Lodge cải tiến để rồi Guglielmo Marconi và Sir John A. Fleming thành công về vô tuyến điện tín sau này.

Trước kia Faraday đã đọc hai định luật về điện giải và đã gọi các điện cực là “anốt” (anode) và “catốt” (cathode). Faraday còn dẫn khởi ý niệm về “i ơng” (ions). Các công trình khảo cứu của Michael Faraday đã là nguồn dùng cho rất nhiều công trình khoa học khác tại nước Anh.

Vào năm 1836 khi khảo sát các chất điện giải, Frederick Daniell, Giáo Sư Hóa Học tại King's College, đã nghĩ ra một loại pin không phân cực và cho tới khi dynamô trở nên phổ thông, pin Daniell là loại pin duy nhất cho sức điện động không đổi. Daniell còn quan niệm về sự khác nhau giữa vận tốc của “ani ơng” (anion) và “cati ơng” (cation), ý tưởng này được Hittorf tại Munster và Kohlrausch tại Wurtzberg tiếp tục khảo sát. Ngoài ra lý thuyết về điện học liên quan tới “i ơng” (ions) còn được xây dựng nên do nhà hóa học Van't Hoff và nhà vật lý Svante Arrhenius.

Khi Geissler phát minh ra bơm không khí dùng thủy ngân thì các nhà khoa học đã có được các áp suất rất đáng kể. Plucker tìm hiểu sự phóng điện trong ống Geissler và Golstein tìm thấy rằng tia âm cực được phát ra thẳng góc với mặt của ca tốt. Nhiều hiện tượng khác nhau về sự phóng điện trong khí hiếm được thực hiện do Sir William Crookes tại áp suất từ 0.68 mm tới 0.078 mm. Vào năm 1892 Sir J. J. Thomson thực hiện một loạt khảo sát tia âm cực và vào năm sau, Jean Perrin thấy rằng tia âm cực gồm các hạt nhỏ có điện âm.

Sự khám phá ra tia X của Wilhelm Conrad Roentgen vào mùa thu năm 1895 đã làm cho thế giới khoa học giao động.

Hai năm sau J. J. Thomson công bố kết quả khảo sát tính chất của tia âm cực, chứng minh sự khả hữu của điện tử (electron) và tìm thấy vận tốc của tia âm cực và tỉ số điện tích và khối lượng. Vào lúc này chất phóng xạ được tìm ra và ngành Nguyên Tử Học được nhiều nhà bác học chú ý khiến cho vào các năm sau, lý thuyết nguyên tử áp dụng vào việc cắt nghĩa điện học đã thành công rực rỡ và như vậy, Khoa Học đã đạt tới sự đơn giản hơn, đồng thời kiến thức thuộc nhiều ngành khác nhau được phối hợp với nhau khiến cho sang thế kỷ 20, các nhà khoa học lại bước sang một lãnh vực mới: ngành Vật Lý Nguyên Tử.