

ĐỘ DẪN ĐIỆN RIÊNG CỦA DUNG DỊCH ĐIỆN PHÂN THEO NỒNG ĐỘ

Trần Thị Nhân¹ và Lê Tuấn²

¹*Khoa Khoa học cơ bản, Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội*

²*Viện Vật lý Kỹ thuật, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội*

Tóm tắt. Chúng tôi xây dựng mô hình lý thuyết cho phép mô tả sự phụ thuộc độ dẫn điện riêng của dung dịch điện phân vào nồng độ. Kết quả cho thấy dưới nồng độ 0,4 M, trường tĩnh điện nội tại trong dung dịch là trường tương tác yếu, độ linh động của các ion không phụ thuộc vào nồng độ, và do đó, độ dẫn điện riêng tăng tuyến tính với nồng độ. Tuy nhiên bên trên nồng độ 0,4 M, điện trường nội tại là trường tương tác mạnh có độ nhớt phụ thuộc phức tạp vào nồng độ, làm độ linh động của các ion phụ thuộc mạnh vào nồng độ. Do đó, độ dẫn điện riêng tăng không tuyến tính với nồng độ. Áp dụng mô hình tính toán cho dung dịch muối ăn, chúng tôi thấy một sự phù hợp khá tốt giữa tính toán và thực nghiệm.

Từ khóa: Dung dịch điện phân, độ dẫn điện riêng, nồng độ, trường tương tác mạnh, trường tương tác yếu.

1. Mở đầu

Động lực học liên quan đến điện tích trong dung dịch điện phân là vấn đề thu hút được sự quan tâm đặc biệt của các nhà khoa học trong các lĩnh vực công nghệ. Dung dịch điện phân là đối tượng nghiên cứu của hóa học, kỹ thuật hóa học, điện hóa học, hóa sinh, lý hóa, hóa học môi trường, sinh học và một số ngành khoa học-công nghệ khác. Bất cứ khi nào dung dịch điện phân là thành phần chủ yếu trong hệ, độ dẫn của nó có ảnh hưởng hết sức lớn đến đặc tính dẫn điện chung của toàn bộ hệ thống. Nghiên cứu sự phụ thuộc độ dẫn điện riêng của chất điện phân theo nồng độ là vấn đề đã và đang thu hút được sự chú ý của các nhà nghiên cứu. Hiểu biết kỹ lưỡng về sự biến đổi độ dẫn điện riêng theo nồng độ giúp chúng ta dự đoán được cơ chế, đặc tính hoạt động của các hệ trong các điều kiện khác nhau.

Cho đến nay, rất nhiều số liệu thực nghiệm liên quan đến sự dẫn điện của dung dịch điện phân đã được công bố [1-3]. Tuy nhiên xét về phương diện lý thuyết, hầu hết các mô hình đã được công nhận rộng rãi chỉ có ý nghĩa cho các dung dịch có nồng độ thấp, điển hình là mô hình lý thuyết của Debye-Huckel [4] áp dụng cho dung dịch rất loãng. Trong mô hình này, độ dẫn điện theo nồng độ được đưa ra khi có tính đến hiệu ứng điện di và tác động của đám điện khí ion. Fralkenhagen [5] sau đó đã phát triển lý thuyết và mở rộng vùng nồng độ có thể áp dụng, nhưng mô hình cũng chỉ đúng cho dung dịch nồng độ thấp dưới 0.1 M. Một số cách thức khác đã được đề xuất để cải tiến mô hình nhằm mở rộng hơn dải nồng độ áp dụng như đưa thêm các thông số mới [6], thậm chí là các thông số thực nghiệm không có ý nghĩa vật lý, thay thế nồng độ bằng các thông số khác như độ nhớt (tức biểu diễn gián tiếp theo nồng độ). Một cách tiếp cận nữa được nhiều người biết đến, đó là cách tiếp cận gần đúng hình cầu trung bình [7]: coi mỗi ion là các hình

Ngày nhận bài: 20/12/2018. Ngày sửa bài: 12/3/2019. Ngày nhận đăng: 20/3/2019.

Tác giả liên hệ: Trần Thị Nhân. Địa chỉ e-mail: tran.nhan@hau.edu.vn

cầu có kích thước bằng nhau, chuyển động trong dung môi nước. Mô hình này khá thành công khi mô tả đặc tính dẫn điện cho các dung dịch điện phân loại 1:1 có nồng độ dưới 1 M. Thực hiện thêm việc điều chỉnh tham số bán kính các quả cầu ion, mô hình gần đúng hình cầu có thể phù hợp tốt với thực nghiệm ở nồng độ tới 2,5 M [8]. Cho đến nay vẫn chưa có một mô hình lý thuyết nào cho phép mô tả tốt sự phụ thuộc của độ dẫn điện riêng của dung dịch điện phân trực tiếp theo nồng độ đến tận vùng 5 M.

Trong bài báo này, chúng tôi xây dựng một mô hình lý thuyết cho phép mô tả định lượng sự phụ thuộc độ dẫn điện riêng của dung dịch điện phân theo nồng độ đến tận nồng độ cỡ 5 M trong vùng nhiệt độ phòng bằng phương pháp đã từng được sử dụng để xác định độ dẫn điện của kim loại. Tuy nhiên, chúng tôi sẽ phân tích và chỉ ra có sự biến đổi đặc tính của trường tĩnh điện nội tại do các hạt mang điện bên trong dung dịch ở tại nồng độ cỡ 0,4 M. Dưới nồng độ này, trường tĩnh điện nội tại trong dung dịch là trường tương tác yếu, khá giống với trường nội tại trong nước tinh khiết. Vì vậy độ linh động của các ion không phụ thuộc vào nồng độ. Tuy nhiên trên nồng độ đó, điện trường nội tại là trường tương tác mạnh, có độ nhớt là một hàm phụ thuộc phức tạp vào nồng độ. Chính vì vậy độ linh động của các ion sẽ phụ thuộc mạnh vào nồng độ. Chúng tôi đánh giá tính hợp lệ của mô hình tính toán bằng cách so sánh đối chiếu với kết quả thực nghiệm.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Sự chuyển đổi từ chế độ tương tác yếu sang tương tác mạnh của điện trường nội tại

Nước là phân tử phân cực mang điện tại các đỉnh lưỡng cực $H^{+\zeta}$ và $O^{-2\zeta}$, với ζ là độ lớn điện tích ở đầu nguyên tử hydro (thường nhỏ hơn hàng trăm lần độ lớn điện tích của electron [9]). Khi hòa chất điện phân vào nước, chúng phân ly thành các ion tự do và phân tán đều trong dung dịch. Chúng tôi coi mỗi ion là một quả cầu bán kính R mang điện tích phân bố đều trên bề mặt. Xung quang mỗi ion là đám mây ion mang điện tích trái dấu bên cạnh các phân tử nước trong lớp vỏ hydrat. Do các ion phân ly mang điện với độ lớn cỡ điện tích của electron, xung quanh các ion có tồn tại một điện trường riêng. Vùng không gian ứng với trường ion riêng là các hình cầu bán kính cỡ bằng độ dài chắn Debye [10] λ_D

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{\epsilon_0 k_B T}{8\pi I}}, \quad (1)$$

với ϵ_0 , ϵ , k_B và T lần lượt là hằng số tĩnh điện, điện môi tĩnh của dung dịch, hằng số Boltzmann và nhiệt độ. Trong biểu thức (1)

$$I = \frac{1}{2} \cdot \sum_i q_i^2 c_i,$$

với i là chỉ số để phân biệt số loại ion có trong dung dịch, q_i là độ lớn điện tích của ion thứ i và c_i là nồng độ ion thứ i trong dung dịch. Cần chú ý rằng, độ dài Debye giảm rất nhanh với sự tăng nồng độ khi dung dịch loãng nhưng giảm rất chậm đối với dung dịch có nồng độ trên 0,5 M. Cụ thể, đối với dung dịch nước muối ăn ở 25 °C, độ dài Debye 9,6 nm với nồng độ 10^{-3} M, 0,96 nm với nồng độ 0,1 M và cỡ Angstrom ở nồng độ vài M [11]. Vùng không gian xung quanh ion và ở bên ngoài quả cầu bán kính λ_D mặc dù vẫn có điện trường do chính ion đó sinh ra, nhưng do hiệu ứng chắn nên cường độ khá nhỏ so với vùng không gian được coi là trường ion riêng.

Trong dung dịch điện phân loãng, mỗi ion có thể xem như một điện tích điểm. Ở nồng độ cao, các ion không thể coi như một điện tích điểm riêng rẽ vì sự tương tác ion-ion và ion-dung môi đã trở lên đáng kể. Chúng tôi đặc biệt chú ý đến tương tác ion-ion trong dung dịch. Bản chất của tương tác giữa các ion là tương tác tĩnh điện Coulomb. Sự tương tác này được thực hiện nhờ trường tĩnh điện riêng do các ion sinh ra. Khi nồng độ còn thấp, khoảng cách trung bình giữa các

ion là khá lớn. Hầu hết các ion nằm bên ngoài trường riêng của ion trái dấu khác. Khi đó, tương tác cặp giữa hai ion là tương tác xa, khá yếu. Kết quả là, chúng ta chỉ có thể thấy ion tồn tại dưới dạng giống như các điện tích điểm tự do hoặc dạng kết cặp nhưng lớp vỏ hydrat đầu tiên của hai ion đó không chồng lên nhau, thường được gọi là 2SIP (double solvent-separated ion pair). Ở nồng độ cao hơn nữa, khoảng cách trung bình giữa các ion giảm. Ion này có thể nằm trong trường riêng của ion trái dấu khác. Tương tác cặp giữa các ion trái dấu là tương tác gần, khá mạnh. Vì vậy, trong dung dịch sẽ xuất hiện sự kết cặp của hai ion trái dấu có chung một số các phân tử nước trong lớp vỏ hydrat thứ nhất gọi là các SIP (solvent-shared ion pair) hoặc các ion tiếp xúc trực tiếp tạo thành các CIP (contact ion pair). Sự tồn tại của các 2SIP, SIP và CIP đã từng được xác nhận trong các nghiên cứu lí thuyết và thực nghiệm [11-14]. Trong dung dịch điện phân, có thể tồn tại đồng thời ba loại trên với các nồng độ khác nhau và các loại này liên tục hình thành, phá vỡ, chuyển đổi lẫn nhau.

Khi phân tích đỉnh quang phổ điện môi hồi phục của dung dịch điện phân ở vùng tần số cỡ GHz, nồng độ của từng loại 2SIP, SIP và CIP có thể ước lượng được. Từ phân tích thực nghiệm, người ta thấy rằng, nồng độ của 2SIP bằng không khi nồng độ dung dịch trên 0,4 M [14]. Việc 2SIP không tồn tại trong dung dịch điện phân ở trên 0,4 M có thể giải thích là do trong dung dịch không còn tương tác xa giữa các cặp ion trái dấu. Tại mọi vị trí trong dung dịch đều tồn tại trường ion riêng. Tương tác giữa các cặp ion khi đó chỉ có thể là tương tác gần, tạo ra các cặp ion dạng SIP hoặc CIP. Nói như vậy không có nghĩa là phủ định sự tồn tại tương tác gần giữa các cặp ion trong dung dịch ở nồng độ thấp. Tương tác gần có thể vẫn tồn tại đồng thời cùng tương tác xa nên dạng SIP hoặc CIP vẫn có thể xuất hiện ở nồng độ thấp. Giá trị 0,4 M có thể coi là nồng độ giới hạn cho sự tồn tại của tương tác xa và yếu giữa các ion. Dưới nồng độ giới hạn, trường tĩnh điện do chính các hạt mang điện bên trong dung dịch sinh ra là trường yếu khá giống với trường tĩnh điện trong môi trường nước. Từ nồng độ giới hạn trở lên, trường tĩnh điện trong dung dịch là trường tương tác mạnh. Sự thay đổi đặc tính của trường tĩnh điện nội tại của dung dịch điện phân có thể dẫn đến sự thay đổi một số đặc tính động lực học của dung dịch điện phân [15]. Cụ thể, hằng số điện môi tĩnh của dung dịch hầu như không đổi và khá gần với hằng số điện môi tĩnh của nước tinh khiết ở cùng điều kiện đối với dung dịch loãng, nhưng nó giảm khá nhanh với sự tăng của nồng độ khi dung dịch có nồng độ trên giá trị giới hạn. Dưới nồng độ giới hạn, thời gian hồi phục quay không phụ thuộc vào nồng độ chất điện phân và bằng với giá trị của nước tinh khiết nhưng nó giảm với sự tăng nồng độ trong trường hợp ngược lại. Đặc biệt, ở dưới nồng độ giới hạn, độ dẫn điện riêng tăng tuyến tính theo nồng độ, nhưng nó là phi tuyến ở trên nồng độ giới hạn. Trong nghiên cứu này, chúng tôi chỉ tập trung vào mô tả và giải thích sự phụ thuộc vào nồng độ của độ dẫn điện riêng của dung dịch điện phân dựa trên phân tích các đặc tính của trường ở trên và dưới nồng độ giới hạn.

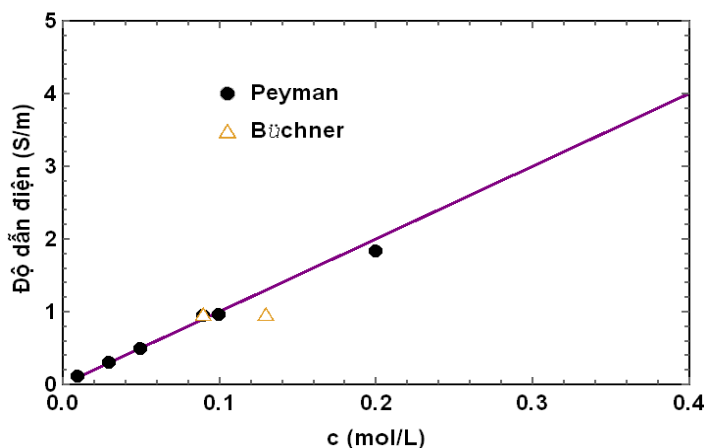
2.2. Độ dẫn điện riêng của dung dịch điện phân ở nồng độ khác nhau

Độ dẫn tĩnh điện riêng của dung dịch điện phân ở nhiệt độ phòng đã được nghiên cứu kĩ lưỡng cả về mặt thực nghiệm và lí thuyết. Khi nồng độ dung dịch thấp hơn 0,4 M, người ta quan sát thấy độ dẫn điện của dung tăng tuyến tính với nồng độ ion, giống như của kim loại [15]. Thật vậy, ở dưới nồng độ giới hạn 0,4 M, trường ion riêng chỉ bao phủ một phần rất nhỏ so với tổng không gian của hệ và chuyển động của các ion trong dung dịch điện phân không khác nhiều so với chuyển động trong môi trường nước tinh khiết ở cùng nhiệt độ. Kết quả là, độ nhớt của môi trường coi như không phụ thuộc vào nồng độ và nhận giá trị xác định, giống như những gì quan sát được trong thực nghiệm [16]. Điều này đồng nghĩa với độ linh động của ion không thay đổi khi nồng độ tăng vì độ linh động của ion μ_i liên hệ với độ nhớt η_0 của môi trường theo biểu thức $\mu_i = q_i / 6 \pi \eta_0 a_i$ (a_i là bán kính ion). Mật độ dòng điện J trong dung dịch khi đặt hệ trong điện trường có cường độ E xác định bởi

$$J = \sum_i N_A c_i q_i \mu_i E, \quad (2)$$

với N_A là số Avogadro. Mật độ dòng cũng có thể viết

$$J = \sum_i \frac{N_A c_i q_i^2}{6\pi\eta_0 a_i} E. \quad (3)$$



Hình 1. Sự phụ thuộc tuyến tính của độ dẫn điện riêng của dung dịch natri clorua loãng ở 25°C theo nồng độ: Đường thẳng là kết quả tính toán trong mô hình và số liệu thực nghiệm được biểu diễn bằng hình tròn là của Peyman và đồng nghiệp [15], hình tam giác là kết quả đo đạc của Büchner và cộng sự [2]

Mặt khác, độ dẫn điện riêng σ của dung dịch liên hệ với mật độ dòng theo biểu thức $J = \sigma E$. Từ biểu thức (3), độ dẫn điện σ của dung dịch điện phân loãng hoàn toàn được xác định

$$\sigma = \sum_i \frac{N_A c_i q_i^2}{6\pi\eta_0 a_i}. \quad (4)$$

Áp dụng biểu thức (4) cho dung dịch điện phân loại 1:1 như dung dịch muối ăn và coi các ion có kích thước trung bình là a , độ dẫn điện riêng của dung dịch ứng với nồng độ c là

$$\sigma_{NaCl} = \frac{N_A e^2}{3\pi\eta_0 a} c, \quad (5)$$

với e là độ lớn điện tích của electron. Biểu thức (5) cho thấy sự phụ thuộc tuyến tính của độ dẫn điện dung dịch theo nồng độ ở dưới 0,4 M trong vùng nhiệt độ phòng, giống như quan sát bởi thực nghiệm (Hình 1). Độ linh động điện của ion liên hệ với hệ số khuếch tán D_i theo biểu thức Einstein $D_i = k_B T \mu_i$. Kết hợp tính toán lí thuyết với thực nghiệm và coi các ion khuếch tán như nhau, hệ số khuếch đại của các ion trong dung dịch có thể được ước lượng. Ví dụ, đối với dung dịch muối ăn ở 25 °C có hệ số khuếch tán $D = 1,3 \cdot 10^{-6} \text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$, khá phù hợp với kết quả thực nghiệm trước đó [17].

Tuy nhiên ở trên nồng độ 0.4 M, trường nội tại trong dung dịch là trường tương tác mạnh. Vì đặc tính của trường thay đổi dẫn đến độ nhớt của môi trường cũng thay đổi, được kí hiệu là η thay vì η_0 khi ở nồng độ thấp. Ứng với quan sát thực nghiệm [16], độ nhớt của dung dịch phụ thuộc vào nồng độ theo biểu thức

$$\eta = \eta_0 (1 + \alpha\sqrt{c} + \beta c), \quad (6)$$

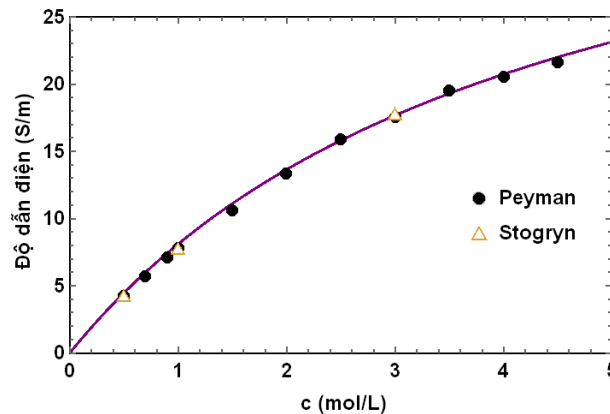
α và β là tham số thực nghiệm sao cho $\alpha\sqrt{c}$ và βc không thứ nguyên. α là hàm phụ thuộc vào nhiệt độ, đặc tính của dung môi và điện tích của ion. Tham số β liên quan đến tương tác ion-ion trong dung dịch [16]. Từ biểu thức (4), độ dẫn riêng của ion trong dung dịch điện phân ở nồng độ cao trở thành

$$\sigma_h = \sum_i \frac{N_A c_i q_i^2}{6\pi\eta_0 (1 + \alpha\sqrt{c} + \beta c) a_i} \quad (7)$$

Áp dụng mô hình trên cho dung dịch muối ăn, ta có

$$\sigma_{NaCl} = \frac{N_A c}{3\pi\eta_0 (1 + \alpha\sqrt{c} + \beta c) a} \quad (8)$$

Kết hợp với số liệu thực nghiệm về độ dẫn điện của dung dịch muối ăn tại 25 °C [1, 15], chúng tôi tìm thấy một sự phù hợp khá tốt giữa kết quả tính toán và thực nghiệm (Hình 2) với thông số $\alpha = 0,0005 \text{ (M)}^{-1/2}$, $\beta = 0,232 \text{ M}^{-1}$ và độ nhớt của nước $\eta_0 = 89 \text{ mP/m}$ [16]. Việc xác định được α và β nhờ biểu diễn độ dẫn điện của dung dịch theo nồng độ như ở biểu thức (7) cũng cho phép chúng ta ước lượng độ nhớt của dung dịch điện phân nồng độ theo biểu thức (6). Mô hình này cho thấy có thể xác định độ nhớt của dung dịch điện phân theo nồng độ từ việc xác định độ dẫn điện riêng.



Hình 2. Biểu diễn độ dẫn điện riêng của dung dịch muối ăn theo nồng độ ở 25 °C ở nồng độ cao trên 0,4 M (đường cong), các kết quả thực nghiệm của Peyman với cộng sự [15] và nhóm của Stogryn [1] được biểu diễn bằng các hình tròn và tam giác

3. Kết luận

Dựa trên phân tích sự tương tác cặp ion-ion trong dung dịch điện phân, chúng tôi đã chỉ ra sự chuyển đổi đặc tính trường tĩnh điện riêng bên trong dung dịch điện phân từ tương tác yếu sang tương tác mạnh khi nồng độ chất điện phân vượt qua 0,4 M ở nhiệt độ phòng. Sự chuyển đổi đặc tính của trường làm cho một số cơ chế động lực vi mô diễn ra trong dung dịch thay đổi: Độ nhớt của dung dịch điện phân ở dưới nồng độ 0,4 M hầu như không thay đổi và không phụ thuộc vào nồng độ nên độ dẫn điện riêng là hàm tỉ lệ tuyến tính với nồng độ; Trên nồng độ 0,4 M, độ nhớt của môi trường phụ thuộc mạnh vào nồng độ, làm độ linh động của các ion thay đổi theo. Vì vậy độ dẫn điện riêng của dung dịch phụ thuộc không tuyến tính vào nồng độ. Áp dụng lý thuyết xác định độ dẫn điện riêng của kim loại, chúng tôi đã đưa ra biểu thức mô tả sự phụ thuộc độ dẫn điện

theo nồng độ của dung dịch ở trên và dưới nồng độ giới hạn. Mô hình mô tả khá tốt sự phụ thuộc độ dẫn điện riêng theo nồng độ đối với dung dịch muối ăn nồng độ dưới 5 M. Ngoài ra một số thông số động lực vi mô đặc trưng cho dung dịch có thể được ước lượng từ mô hình tính toán như độ nhớt, hệ số khuếch đại. Nghiên cứu về độ dẫn điện của dung dịch nước muối giúp chúng ta có những nền tảng cơ bản để hiểu rõ hơn các hiện tượng và các quá trình sinh học xảy ra trong cơ thể sống như hiện tượng co duỗi của hạt nano vàng bọc protein theo nhiệt độ [16].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] A. Stornyn 1971. *Equations for calculating the dielectric constant of NaCl solutions in water*. IEEE Trans Microwave Theory Tech, Vol. 19, pp. 733-736.
- [2] R. Büchner, G. T. Hefter, and P. M. May, 1999. *Dielectric Relaxation of Aqueous NaCl Solutions*. J. Phys. Chem. A, Vol. **103**, pp. 1-9.
- [3] A. V. Wolf, M. G. Brown and P. G. Prentiss, 1985. *In Handbook of Chemistry and Physics*, 66th ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, pp. D221-D271.
- [4] P. Debye and E. Hückel, 1923. *Zur Theorie der Elektrolyte. I. Gefrierpunktniedrigung und verwandte Erscheinungen*. Phys. Z., Vol. 24, pp. 185-206.
- [5] Falkenhagen, 1971. *Theorie der Elektrolyte*. Edited by Falkenhagen, Hirzel: Leipzig, Germany.
- [6] H. M. Villullas and E. R. Gonzalez, 2005. *A General Treatment for the Conductivity of Electrolytes in the Whole Concentration Range in Aqueous and Nonaqueous Solutions*. J. Phys. Chem. B, Vol. 109, pp. 9166-9173.
- [7] S. Durand-Vidal, P. Turq, O. Bernard, C. Treiner and L. Blum, 1996. *New perspectives in the transport of electrolyte solutions*. Pure Appl. Chem., Vol. 68, pp. 1583-1590.
- [8] W. R. Fawcett and A. C. Tikanen, 1996. *Role of Solvent Permittivity in Estimation of Electrolyte Activity Coefficients on the Basis of the Mean Spherical Approximation*. J. Phys. Chem, Vol. 100, pp. 4251-4255.
- [9] M. Apostol and E. Preoteasa, 2008. *Density oscillations in a model of water and other similar liquids*. Phys. Chem. Liq.: An International Journal, Vol. 46, pp.653- 668.
- [10] M. Smith, Alpha A. Lee and S. Perkin, 2016. *The Electrostatic Screening Length in Concentrated Electrolytes Increases with Concentration*. J. Phys. Chem. Lett., Vol. 7, pp. 2157-2163.
- [11] M. Eigen, K. Tamm, 1962. *Schallabsorption in Elektrolytlösungen als Folge chemischer Relaxation I. Relaxationstheorie der mehrstufigen Dissoziation*. Z. Elektrochem., Vol. 66, pp. 93-107.
- [12] R. Buchner, C. Hölzl, J. Stauber and J. Barthel, 2002. *Dielectric spectroscopy of ion-pairing and hydration in aqueous tetra-n-alkylammonium halide solutions*. Phys. Chem. Chem. Phys., Vol. 4, pp. 2169-2179.
- [13] W. Wachter, Š. Fernandez, R. Buchner and G. Hefter, 2007. *Ion Association and Hydration in Aqueous Solutions of LiCl and Li₂SO₄ by Dielectric Spectroscopy*. J. Phys. Chem. B, Vol. 111, pp. 9010-9017.
- [14] C. Akilan, G. Hefter, N. Rohman, R. Buchner, 2006. *Ion association and hydration in aqueous solutions of copper(II) sulfate from 5 to 65 degrees C by dielectric spectroscopy*. J. Phys. Chem. B, Vol. 110, pp.14961-14970.
- [15] A. Peyman, C. Gabriel and E. H. Grant, 2007. *Complex Permittivity of Sodium Chloride Solutions at Microwave Frequencies*. Bioelectromagnetics, Vol. **28**, pp. 264-274.

- [16] Lương Thị Thêu, Trần Thị Nhân, Nguyễn Minh Hoa và Nguyễn Ái Việt, 2016. *Nghiên cứu tính chất của protein dùng hình thức luận Ginzbug- Landau bậc 4*. Journal of Science of HNUE, Vol. 61, No. 4, pp. 39-44.

ABSTRACT

Specific conductivity of electrolyte solutions versus the concentration

Tran Thi Nhan¹ and Le Tuan²

¹*Faculty of Fundamental Sciences, Hanoi University of Industry*

²*School of Engineering of Physics, Hanoi University of Science and Technology*

A theoretical model is presented to quantitatively describe the concentration dependence of the specific conductivity of electrolyte solutions. Below 0.4 M, the local electric generated by charged particles in the solution is similar to that in pure water. Thus, its viscosity is independent of the concentration, resulting in the linear dependence of the conductivity on the concentration. However, in the opposite limit, the local electric field is in the strong regime, leading to an increase in the viscosity with the increase in concentration. As a consequence, the specific conductivity depends nonlinearly on the concentration. Applying the model for sodium chloride solution, a quite good agreement between theoretical result and experimental data is obtained.

Keywords: Electrolyte solutions, specific conductivity, concentration, strong local field, weak local field.