



การหมุนของเซลล์ในสนามไฟฟ้ากระแสสลับภายใต้เงื่อนไข ความเข้มสนาม ความถี่
สภาพนำไฟฟ้าของสารละลาย

Cell Rotation in Alternating Electric Fields under Field Strength, Frequency
and Solution Conductivity

ธนศ สิ้นธุ์ประจิม

Tanayt Sintprajim

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Physics

Prince of Songkla University

2546

เลขหมู่	QC665.E38 B73 2546 no.1
Bib Key	242629
	1 2 ก.ค. 2547

ชื่อวิทยานิพนธ์	การหมุนของเซลล์ในสนามไฟฟ้ากระแสสลับภายใต้เงื่อนไข ความเข้มสนาม ความถี่ สภาพนำไฟฟ้าของสารละลาย
ผู้เขียน	นายธเนศ สิริรัฐประจิม
สาขาวิชา	ฟิสิกส์
ปีการศึกษา	2546

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เหี่ยวมาเซลล์ เพื่อให้เกิดการหมุนเชิงไฟฟ้า 2 วิธี คือใช้ขั้วทรงกระบอกสองขั้ว และ สี่ขั้ว โดยให้เซลล์แขวนลอยในสารละลายที่มีสภาพนำไฟฟ้าต่ำระหว่าง 0.037 mS.m^{-1} ถึง 0.5 mS.m^{-1} ใช้ความเข้มสนามไฟฟ้า 12 kV.m^{-1} ถึง 22 kV.m^{-1} และความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าระหว่าง 1 Hz ถึง 5 MHz

สำหรับการทดลองแบบสี่ขั้ว ได้สร้างอุปกรณ์เพื่อแยกสัญญาณ ไฟฟ้ากระแสสลับออกเป็นสี่ช่องสัญญาณ ที่มีเฟสต่างกัน 90° รวมทั้งได้ศึกษาค่าคงที่(K)ที่ขึ้นกับรูปทรงและสมบัติทางไฟฟ้าของขั้วโลหะและอาศัยค่าคงที่ทางไฟฟ้าของเซลล์เมื่อดัดแปลงที่ได้จากการศึกษาของนักวิจัยอื่นๆ เป็นค่าเปรียบเทียบพบว่า K มีค่า $1/80$ และยังพบว่าอุปกรณ์นี้ ทำงานได้ดีในช่วงความถี่ 1 Hz ถึง 5 MHz

การศึกษานี้พบว่าอัตราการหมุนของเซลล์ เพิ่มขึ้นตามความเข้มสนามไฟฟ้า และการเปลี่ยนความถี่มีผลต่อการหมุนของเซลล์ กล่าวคือเซลล์มีอัตราการหมุนสูงสุดเมื่อเกิดเรโซแนนซ์ระหว่างไดโพลโมเมนต์เหี่ยวมากับความถี่ของสนามไฟฟ้าภายนอก เมื่อเปรียบเทียบทั้งสองวิธีพบว่า การหมุนเซลล์ด้วยวิธีสองขั้ว มีข้อจำกัดคือต้องใช้สองเซลล์ที่เหมือนกัน ซึ่งในการทดลองทำได้ยาก อย่างไรก็ตามจากการวัดอัตราการหมุนของโพรโทพลาสต์ *Lilium longiflorum* ในสนามไฟฟ้า และแทนค่าคงที่ทางไฟฟ้าลงในสมการทางคณิตศาสตร์ ของแบบจำลองเซลล์เดี่ยวทรงกลมเปลือกชั้นเดียวพบว่าค่าสภาพยอมของเยื่อหุ้มเซลล์(ϵ_m) ที่ประมาณจากทั้งสองวิธีไม่แตกต่างกัน แต่ค่าสภาพนำไฟฟ้าของเยื่อหุ้มเซลล์ (σ_m) ที่ประมาณจากการทดลองแบบสองขั้วมีค่าต่ำกว่าวิธีสี่ขั้วอย่างมีนัยสำคัญ คำนวณค่าความจุไฟฟ้า(C_m) จากสภาพยอมของเยื่อหุ้มเซลล์ ได้ค่า $3.03 \pm 0.25 \text{ mF.m}^{-2}$ และ $3.16 \pm 0.28 \text{ mF.m}^{-2}$ เมื่อใช้สองขั้วและสี่ขั้วตามลำดับ

Thesis Title : Cell Rotation in Alternating Electric Fields under Field Strength,
Frequency and Solution Conductivity
Author : Mr. Tanayt Sinprajim
Major Program : Physics
Academic Year : 2003

Abstract

Electro rotation of cell was studied by using two-electrode method and four-electrode method. The cells were suspended in low-conducting medium of conductivity between 0.03 mS.m^{-1} and 0.5 mS.m^{-1} . The field strength was varied from 12 kV.m^{-1} to 22 kV.m^{-1} while the frequency range was between 1 Hz to 30 MHz.

A phase shift unit (PSU) was constructed for separating an AC-signal to feed four electrodes, with 90° phase shift to each other. A constant K of the four electrodes due to electrode geometry and electric property was determined, based on known parameters of red blood cell. The value was found to be $1/80$.

The study found that cell spin speed was increased with the increased field strength. Changes in field frequency affected the spin speed such that maximum spin speed occurred when frequency of the induced dipole moment resonance with that of external electric field. The peak of spin speed was shift to a higher frequency range when the solution conductivity was increased. Electrorotation of the cell was complicated if two electrodes were used. However, the spherical single shell model was used to estimate the electric parameters of *Lillium longiflorum*. It was found that the membrane permittivity (ϵ_m) estimate from both methods was fairly the same, but the membrane conductivity (σ_m) estimated from the two-electrode method was smaller significantly. Calculated specific membrane capacitance (C_m) using the membrane permittivity (ϵ_m) value was $3.03 \pm 0.25 \text{ mF.m}^{-2}$ and $3.46 \pm 0.28 \text{ mF.m}^{-2}$ for two-electrode and four-electrode, respectively.