

מספר הקורס:	114034
מספר הקבוצה:	31
עמדת עבודה:	3
שם המדריך:	אלכס לזין
מגישים:	<p>בן דור איתמר, 329414767  itamarbendor@campus.technion.ac.il  קצוב-פייגין דן, 323002915  dan.k@campus.technion.ac.il</p>
תאריך:	19/05/2025
שיעורי בית למטלה:	קבל לוחות

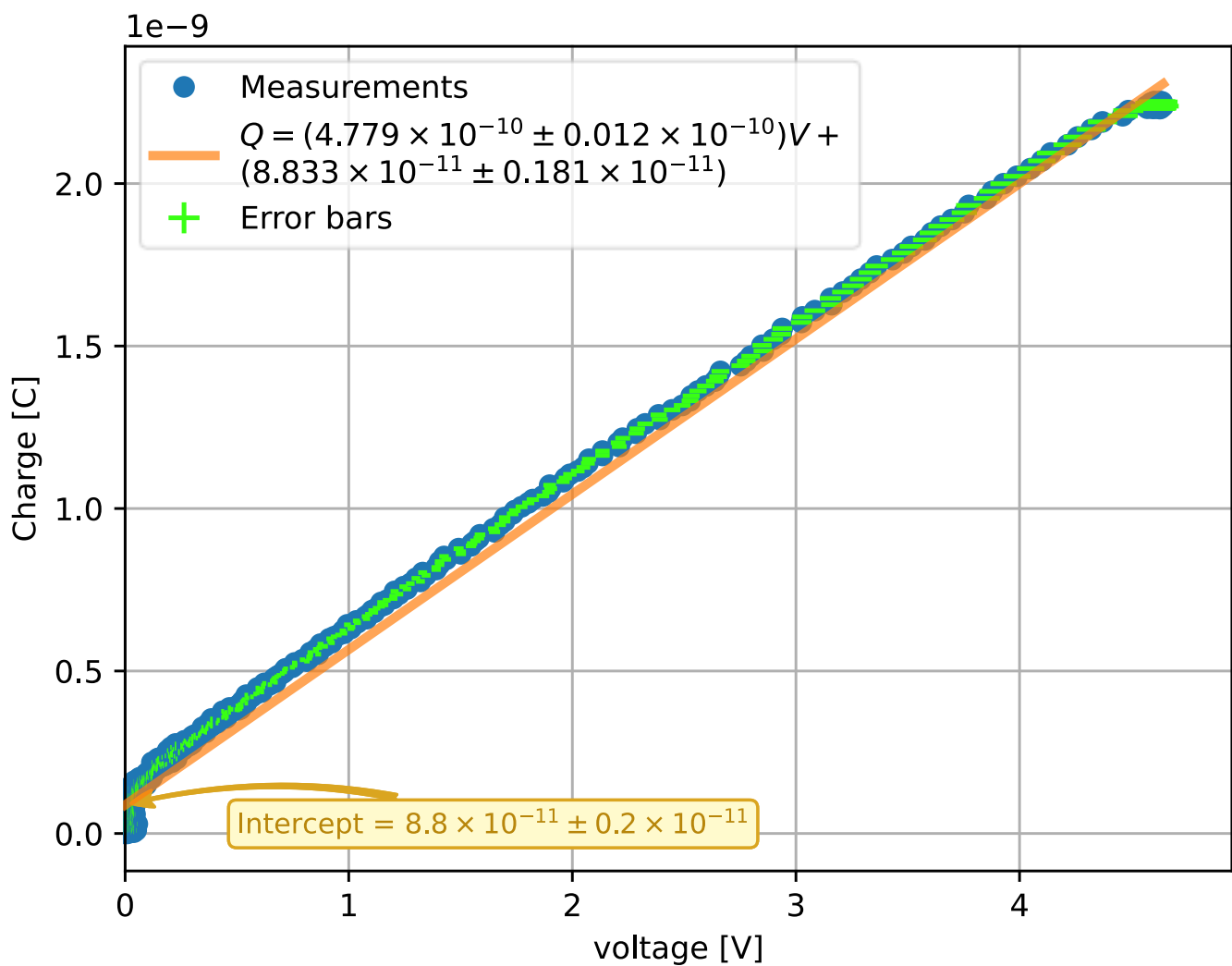
## שאלה 1

המרחק הממוצע בין לוחות הקבל היה  $7.8 \cdot 10^{-4} \pm 1 \cdot 10^{-5} m$ . הקוטר היה  $0.26 \pm 1 \cdot 10^{-3} m$ . לכן הקיבול לפי הנוסחה הוא:

$$\pi \cdot \left(\frac{diameter}{2}\right)^2 \cdot \frac{\epsilon_0}{d} = 6.03 \cdot 10^{-10} F$$

הקיבול שקיבלנו ממדידה ישירה במכשיר LCR הוא  $6.44 \cdot 10^{-10} \pm 3 \cdot 10^{-3} F$

## שאלה 2

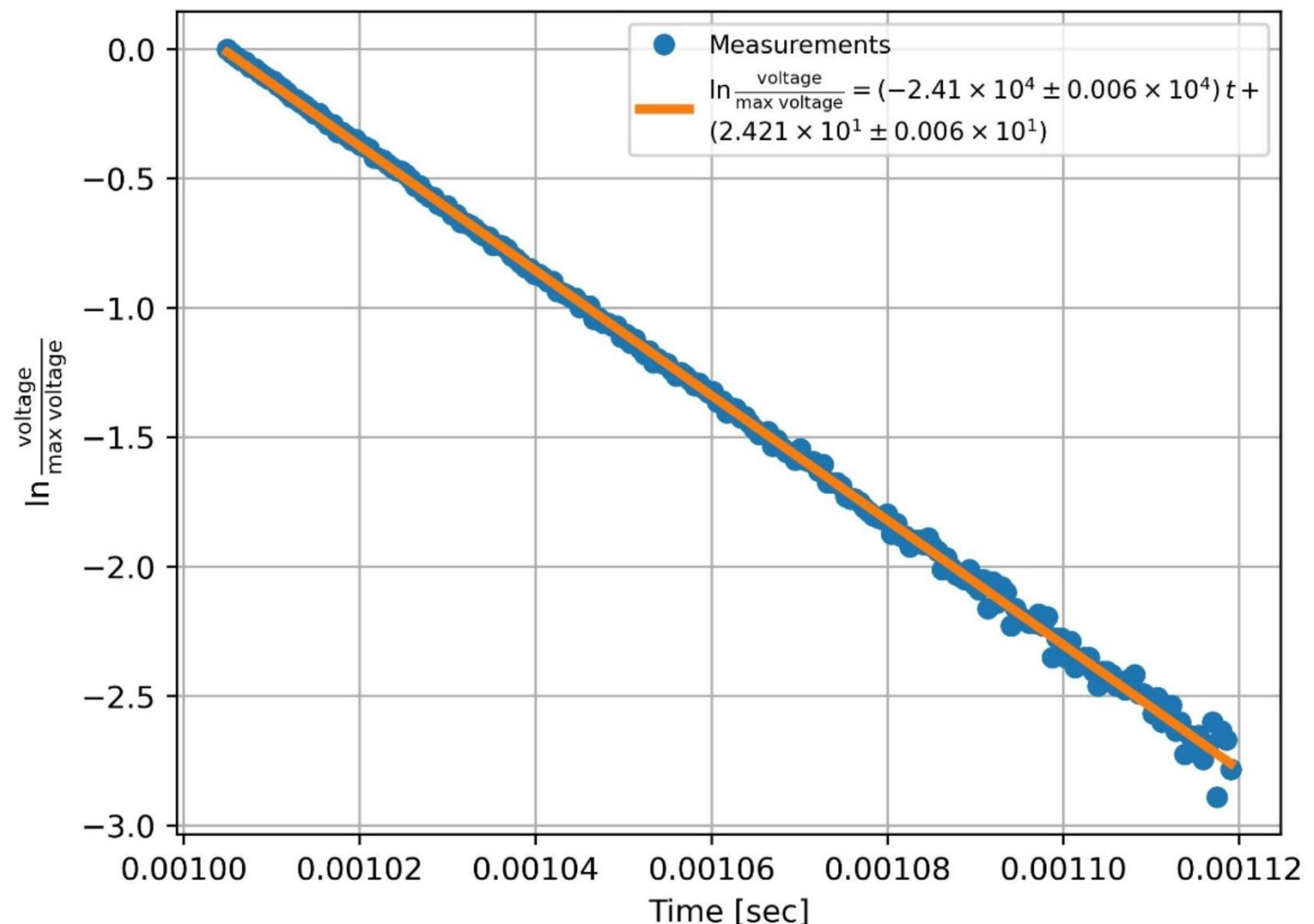


### שאלה 3

גרף מטען הקבל כתלות במתח על לוחותיו.

הקיבול לפי שיטה זו היא השיפוע בשל  $\frac{Q}{V} = C$  לכן הקיבול של המערכת הוא  $4.779 \cdot 10^{-10} \pm 0.012 \cdot 10^{-10}$ . חישבנו את המתח ואת הזרם לטווח מסוים לפי זמן. ביצענו אינטגרל לזרם לכל יחידת זמן וכך קיבלנו את המטען על הקבל כתלות במתח. נקודת המקסימום מראה לנו את המטען על הקבל לפני הפריקה, זאת אנו רואים כשהמתח עליו מקסימלי. לעומת זאת בנקודת החיתוך עם הצירים אנחנו מקבלים 0 לפחות עד כדי השגיאה שלנו וזאת כי הקבל נפרק ניתן לראות בכך שכשהמטען 0 גם המתח על הקבל 0.

### שאלה 4



גרף  $\ln \left( \frac{V(t)}{V_{max}} \right)$  כתלות בזמן.

לפי הנוסחה למתח בזמן במעגלי RC  $V(t) = V_{max} * e^{-\frac{t}{RC}}$  שווה ל  $\ln \left( \frac{V(t)}{V_{max}} \right) = \frac{-1}{RC} * t$  ניתן להתייחס לזה כמשוואה לינארית כש- $t$  זה משתנה ה- $x$  ו- $\ln \left( \frac{V(t)}{V_{max}} \right)$  הוא המשתנה התלוי מכאן אנחנו מקבלים שהשיפוע הוא  $\frac{-1}{RC}$  או  $\frac{-1}{\tau}$  מהגרף שלנו קיבלנו שאותו ערך  $\tau$  הוא  $4.149 \cdot 10^{-5}$  ולכן לפי הגרף הזה  $C$  הוא  $0.5436 \cdot 10^{-9}$ . בנוסף מהגרף ניתן לקבל כש(הפריקה מתחילה)  $V(t) = V_{max}$   $t=0$  לכן ערך ה- $\ln$  הוא 0 ונקודת החיתוך היא בראשית הצירים או ניתן לראות שהיא מתקרבת עליה.

## שאלה 5

מהניסויים שלנו השיטה האמינה ביותר לחישוב היא לפי מדידת מכשיר ה-LCR. זה ככל הנראה מספר המדידות הנגררות ממדידה זו קטנה ביותר ולכן היא הדומה ביותר לצפייה התיאורטית שלנו. בנוסף, זהו מכשיר המקצוע המיועד למדידות כאלו ולכן ניתן לצפות לדיוק גבוה. את זה ניתן לראות בבירור בכך שהמדידה הרחוקה ביותר מהצפייה התיאורטית היא המדידה השלישית בעזרת גרף המתח הפריקה. במדידה זו ביצענו חישוב נוסף על מדידה 2 לכן ישנה פה גם השגיאה הנגררת ממדידה 2 ושגיאה נוספת מחישוב ה- $\tau$ .

## שאלה 6

ניסוי/מדידה	לפי מדידת LCR	לפי חישוב תיאורתי/ מקדם דאלקטרידיאלקטרי
קבל קטן	$0.357 \cdot 10^{-9} \pm 6.57 \cdot 10^{-12} [F]$	$0.362 \cdot 10^{-9} \pm 0.01 \cdot 10^{-9} [F]$
קבל גדול + מרחק גדול יותר	$0.453 \cdot 10^{-9} \pm 7.53 \cdot 10^{-12} [F]$	$0.466 \cdot 10^{-9} \pm 0.008 \cdot 10^{-9} [F]$
קבל גדול + חומר דיאלקטרי	$0.474 \cdot 10^{-9} \pm 7.74 \cdot 10^{-12} [F]$	$\epsilon = 1.8$

הטבלה מראה את השינוי בקיבול ביחס למדידה המקורית ביחס לשינויים הן בשטח הקבל, המרחק בין הלוחות העגולים, קיום חומר דיאלקטרי בין הלוחות. שתי התוצאות הראשונות הגיוניות ומראות שהנוסחה  $C = \epsilon \frac{A}{d}$  מתקיימת – כשהקטנו את השטח או את המרחק בין הלוחות יכולת הקיבול ירדה. על אף שנראה שהוספת החומר הדיאלקטרי מתנגד לנוסחה זה היכולת הירדה הגיונית כי על אף שהוספנו את החומר הדיאלקטרי גם לו יש אורך והוא מגדיל את המרחק במילימטר וככל הנראה השפעת הגדלת האורך גדולה מזו של החומר הדיאלקטרי. את מקדם החומר הדיאלקטרי גילינו בעזרת חילוק בין החישוב התיאורתי של מידות הקבל לבין המדידה לפי LCR להלן:  $\epsilon = \frac{C_{real}}{C_{theoretical}}$ .

המדידות שלנו אינן מדויקות ממספר סיבות: כלי מדידה, שגיאות אדם, המרחקים לא מדויקים בין הפינים בין הקבלים שהשפיעו על החישוב, החומר הדיאלקטרי הוא לא לאורך כל הטווח אלא רק על עובי מסויים. אפשר לנסות לבצע את הניסוי שוב עם מד LCR מדויק יותר ועם קבלים עם פינים בגודל מדויק יותר.

ככל הנראה החומר הדיאלקטרי הוא Polypropylene (Awati, 2022).

## ביבליוגרפיה

Awati, R. (2022, 09 13). *What/s*. Retrieved 05 30, 2025, from Definition - dielectric constant: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/dielectric-constant>