

פקודות import עבורי התרגיל:

```
iimport numpy as np # math functions
import scipy # scientific functions
import matplotlib.pyplot as plt # for plotting figures and setting their properties
import pandas as pd # handling data structures (loaded from files)
from scipy.stats import linregress # contains linregress (for linear regression)
from scipy.optimize import curve_fit as cfit # non-linear curve fitting
from sklearn.metrics import r2_score # import function that calculates R^2 score
```

**תרגיל - השראות****בניסוי זה אתם תעבדו על סט של קבועים נטוניים – זו חטיבת התרגיל!****רקע תאורטי**

כאשר יש שינוי בשטף המגנטי שבתוכו סליל, מתפתח עליו מתח שנקרא כא"מ (כוח אלקטרו מניע) לפי הנוסחה הבאה:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi_B(t)}{dt}$$

במערכת הניסוי, מפעיל מגנט דרך זוג סלילים ומודדים את המתחים שמתפתחים עליהם. מכיוון שהמתח תלוי במתירות המגנטי, צריך לאפיין את התנועה שלו – קלומר, את המתירות ההתחלתית ואת התאוצה שלו. לשם כך, נמדדנו חמישה סטים של מתחים [Trace 0.csv, ..., Trace 4.csv], כאשר הסליל העליון (ref) החזק במקומו קבוע והסליל התחתון (signal) הורחק ממנו ב-

$$h = [30, 24, 18, 14, 8]$$

סנטימטרים.

נגדיר את זמן המעבר בכל סליל בתור הזמן בו השטף הוא מקסימלי. אם נקבע את  $t = 0$  להיות זמן המעבר בסליל הראשון, אז הזמן  $t_{coil}$  בו עובר המגנטי את הסליל השני מקיים:

$$h = v_0 t_{coil} + \frac{a}{2} t_{coil}^2$$

וניתן לרשום:

$$\frac{h}{t_{coil}} = \frac{a}{2} t_{coil} + v_0$$

**קבצי המדידה נראים ככזה:**

Address:	USB0::0x0957::0x17	Analog Channels	1 (VOLT)	2 (VOLT)
Model:	DSO-X 2002A	Time (s)	-0.03188	-0.00509
Serial Number:	MY54313425		-0.03156	-0.00509
Firmware Version:	02.65.2021030741		-0.03125	-0.00509
Start Time:	40:17.7		-0.03094	-0.00509
			-0.03063	-0.00509
Analog Sample Count:	960		-0.03031	-0.00509
Function Sample Count:	0		-0.03	-0.00462
Waveform Memory Sample Count:	0		-0.02969	-0.00416
Digital Sample Count:	0		-0.02938	-0.00416
			-0.02906	-0.00416
Setup Text Information:			-0.02875	-0.00416
ANALOG			-0.02844	-0.00416
Channel 1			-0.02813	-0.00416
Scale	184 mV/		-0.02813	-0.00416
			-0.02813	-0.00416

כאשר ערוץ 1 הוא המתח בסליל הראשון, הקבוע, וערוץ 2 הוא המתח בסליל השני.

1. **פתחו section** חדש בשם *inductance*.
  2. **הגדירו** בקוד את *h* בתור *numpy array([...])* ושיםו לב שהיחידות יהיה במטרים.
  3. **טענו** את המדידות באמצעות *for* :
- שיםו לב לשם הקבצים.

```
Ind_data = []
for n in range(0,5):
    df = pd.read_csv('Trace %d.csv'%n, header = 1)
    Ind_data.append(df)
```

שלב זה, אתם מוזמנים לשנות את שורות הקוד שבתו록 לולאת *for* כדי שיבצעו את החישובים הדורשים לכל קוביץ נתונים.

1. **שנו** את השמות של וקטורי הנתונים: זמן *t*, ערוץ 1 ל-*ref*, ערוץ 2 ל-*signal*.
2. **ציירו** בגרף את האותות *signal* ו-*ref* כתלות בזמן (את הנתונים מכל חמישה הקבצים באותו הגרף).
3. **כתבו** פונקציה לחישוב השטף מגנטי מתוך מתח. כלומר (*voltage, time*) *flux*(*voltage, time*)
4. **ציירו** בגרף את השטף המגנטי המוחשב מהמתדים *ref* ו-*signal* כתלות בזמן (כל הנתונים בgraf אחד).
5. **חשבו** את האינדקס בווקטור השטף בו השטף מקסימלי (בערך מוחלט), ניתן להיעזר ב- *np.argmax()*.
6. **הוסיפו** לגרף של השטף את הנקודות שמצאותם (*'ro', [t[ind\_max], flux[ind\_max]]*). האם אלו הנקודות הנכונות?
7. לכל מדידה, **תקנו** את וקטור הזמן *t* כך שהזמן בו השטף מקסימאלי ב-*ref* מוגדר להיות *t=0*.
8. לכל מדידה, **חשבו** את זמן המעבר בסליל ה-*signal* (זמן בו השטף מקסימאלי, לאחר התקיקון בסעיף הקודם) ושמרו אותו בווקטור נתונים *t\_coil*.
9. **שרטטו** גרף לינארי מתוך *h* ו-*t\_coil* (*t* לפי הנוסחה). מה צריך להיות ציר X? מה צריך להיות ציר Y?
10. נניח שהגיאה של 0.1 ס"מ ב-*h* ושגיאה של 2 מילישניות בזמן *t\_coil*. **קראו** את התיעוד של הפונקציה *matplotlib.pyplot.errorbar()* (יש לחשב שגיאות אלו - רואו חומר עזר באתר הקורס).
11. **חשבו** את המהירות ההתחלתית ואת התאוצה בעזרת גרסיה לינארית. האם התקבלה התאוצה של נפילה חופשית?
12. **הוסיפו** את עקומת הרגרסיה לגרף עם השגיאות.
13. **חשבו** את ממד *R squared* עבור הרגרסיה הלינארית.