

# Fys1120 Lab

\<Skriv navn på gruppedlemmer her>

(Gruppene bestemmes under selve labøkten, så alle bør forberede sin egen notebook på forhånd. Du kan gjerne avtale å jobbe sammen med noen på forhånd, gitt at de skal ha samme labøkt. Gruppene skal bestå av 2-3 personer.)

Denne notebooken skal fylles ut som del av lab i Fys1120, og skal godkjennes av labassistenten ved slutten av labøkten. Før dere går på lab må dere forberede notebooken for å ha tid nok til å bli ferdig med selve labøvelsene. Alle oppgavene (både de som skal gjøres før og under lab) er beskrevet i full detalj i labteksten. Her i notebooken skal dere besvare de prelab oppgavene (indikert av undertitlene) der dere blir bedt om å skrive et python skript . Dette skal gjøre noen av oppgavene som dere skal utføre under selve laben mye enklere.

Resten av oppgavene trenger dere ikke forberede i notebooken før lab, **men** oppgavene i labteksten som er merket med *På lab* bør dere besvare i notebooken når dere er på lab, for at alle svarene skal være samlet. De oppgavene som er merket *Før lab* bør dere også prøve å løse (for dere selv) før lab, for at dere skal kunne bruke tiden på å løse andre eventuelle utfordringer under selve labøvelsen.

In [ ]:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.stats import linregress
```

## Oppgave 1.1.1 (før lab)

Tar logaritmen av spenningen  $U$  for å få en lineær ligning istedenfor en eksponensiell:

$$U = U_0 e^{-t/\tau}$$

$$\ln U = \ln(U_0 e^{-t/\tau})$$

$$\ln U = \ln U_0 + \ln e^{-t/\tau}$$

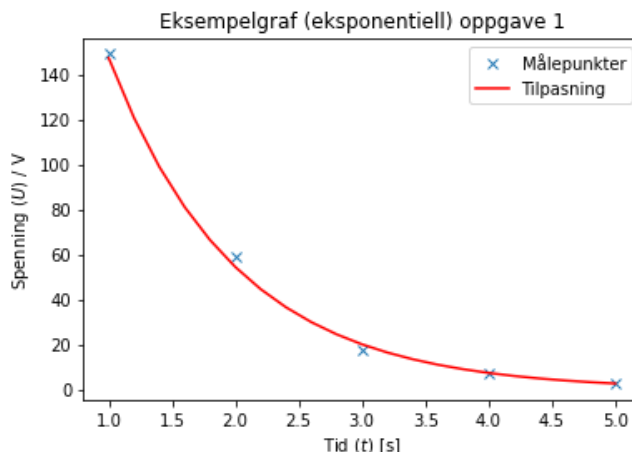
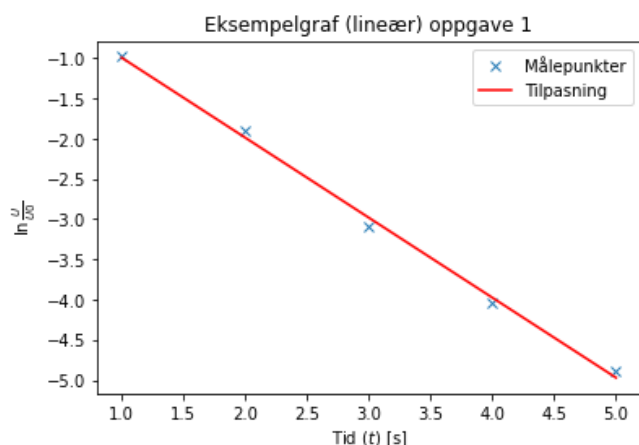
$$\ln U = -\frac{1}{\tau}t + \ln U_0$$

Nå har vi den lineære formen  $y = at + b$  hvor  $y = \ln U$ ,  $a = -1/\tau$  og  $b = \ln U_0$ . Ettersom  $\tau = RC$  så har vi  $a = -1/RC$  som betyr at vi finner resistansen ved  $R = -1/aC$  når stigningen  $a$  og kapasitansen  $C$  er kjent.

## Oppgaver 1.1.2 (før lab) og 1.2.1 (på lab)

I neste celle finner du en variabel  $C$ , en vektor  $U$  og en vektor  $t$ , som forestiller "falske" verdier for kapasitansen, spenningene og tidene som du vil måle i forsøket. Bruk disse til å finne en tilsvarende "falsk" verdi av restistansen  $R$ , som beskrevet i labteksten. Plot også målepunktene og de tilpassede kurvene på både eksponentiell og på lineær form (plottene skal ligne på bildene). Tips: søk opp funksjonen `scipy.stats.linregress` på google!

Husk å ha med aksebetegnelser og tegnforklaring! (Tips: du kan bruke Latex-syntaks i matplotlib, f.eks. skriv `plt.xlabel("$\\ln \\frac{U}{U_0}$")` for å få aksebetegnelsen på y-aksen i venstre plott).



Når du er på lab er alt du trenger å gjøre her å endre  $C$ ,  $t$ , og  $U$  til de "ekte verdiene", dvs. verdiene av kapasitans, tid og spenning som du har funnet under forsøket! **Merk:** disse verdiene vil muligens se veldig forskjellig ut fra "dummy"-verdiene dere bruker før lab. Dummy-verdiene har gjerne også feil antall desimaler, i forhold til nøyaktigheten dere vil måle størrelsene med under lab-øvelsen.

In [ ]:

```
C = 10                                #Coulomp per Volt
t = np.array([1, 2, 3, 4, 5])         #Sekunder
U = np.array([149, 59, 18, 7, 3])     #Volt
```

In [ ]:

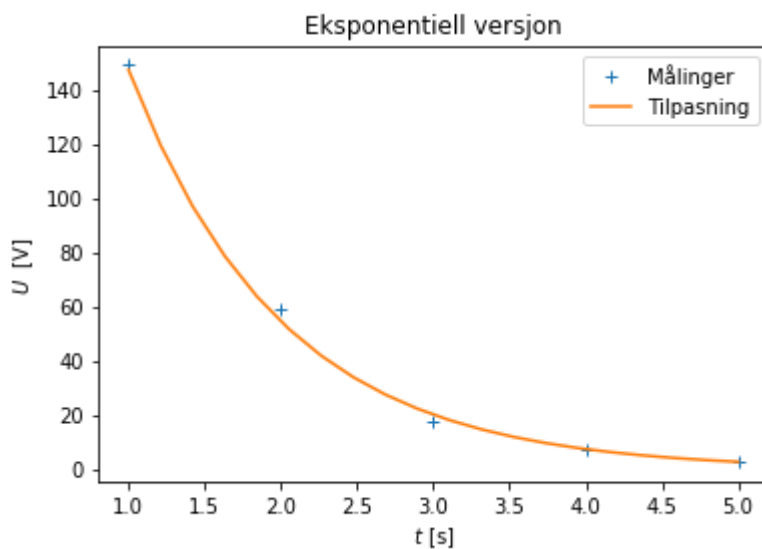
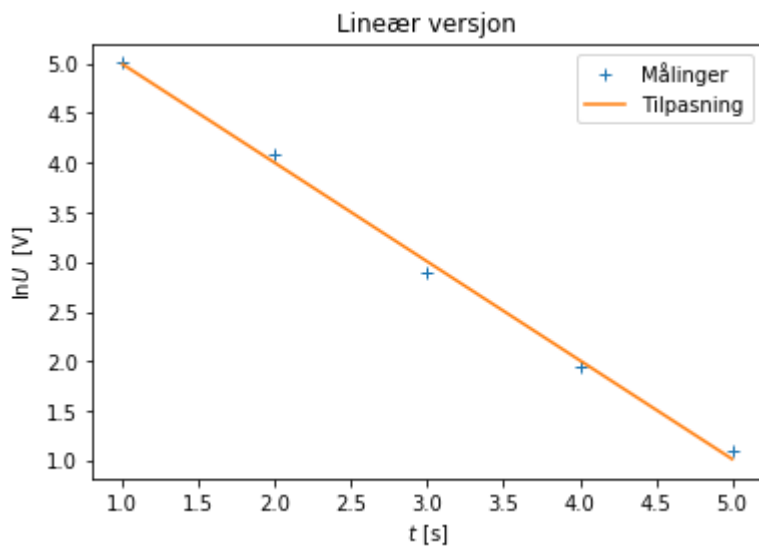
```
R = 0

# Lineær regresjon
a = linregress(t, np.log(U)).slope
b = linregress(t, np.log(U)).intercept
t_reg = np.linspace(min(t), max(t), 20)

# Plotter logaritmen av data og lineær regresjonen av dataen
plt.plot(t, np.log(U), "+", label="Målinger")
plt.plot(t_reg, a*t_reg + b, label="Tilpasning")
plt.title("Lineær versjon")
plt.xlabel("$t$ [s]")
plt.ylabel("$\ln U$ [V]")
plt.legend()
plt.show()

# Plotter data (eksponensiell) og eksponensiell regresjonen av dataen
plt.plot(t, U, "+", label="Målinger")
plt.plot(t_reg, np.exp(b)*np.exp(a*t_reg), label="Tilpasning")
plt.title("Eksponentiell versjon")
plt.xlabel("$t$ [s]")
plt.ylabel("$U$ [V]")
plt.legend()

# Beregner den indre motstanden:
R = -1/(a*C)
```



In [ ]:

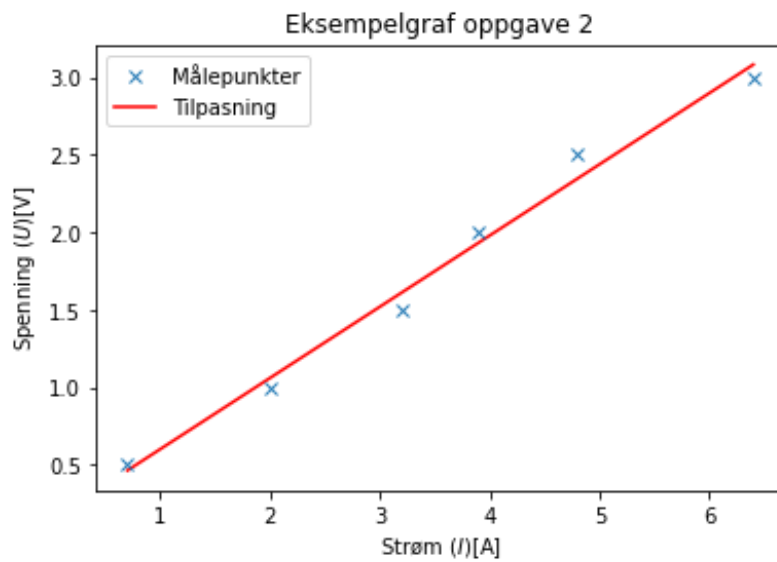
```
print(R)
print(f"Motstand R = {R:.2f} Ohm") # Velg et passende antall desimaler!
```

0.10058039586114716  
Motstand R = 0.10 Ohm

## Oppgaver 2.1.1 (før lab) og 2.2.1 (under lab)

I cellen under finner du en vektor  $I$  og en vektor  $U$ , som er dummy-verdier for strømmen gjennom og spenningen over amperemeteret som vi skal måle på laben. Bruk disse verdiene til å lage en lineær tilpasning, og til å finne en dummy-verdi for den indre motstanden i amperemeteret,  $R_a$ . Lag et plot som inneholder både verdiene av  $I$  og  $U$  samt den tilpassede kurven (noe liknende som figuren under).

Når du er på laben (og gjør oppg. 2.2.1) skal alt du trenger å gjøre i notebooken være å sette inn de målte verdiene for strøm og spenning i vektorene  $I$  og  $U$ .



In [ ]:

```
I = np.array([6.4, 4.8, 3.9, 3.2, 2.0, 0.7]) # Ampere
U2 = np.array([3, 2.5, 2, 1.5, 1, 0.5])      # Volt      # Skriver U2, for å skille vektoren fra U i oppgave 1
```

In [ ]:

```

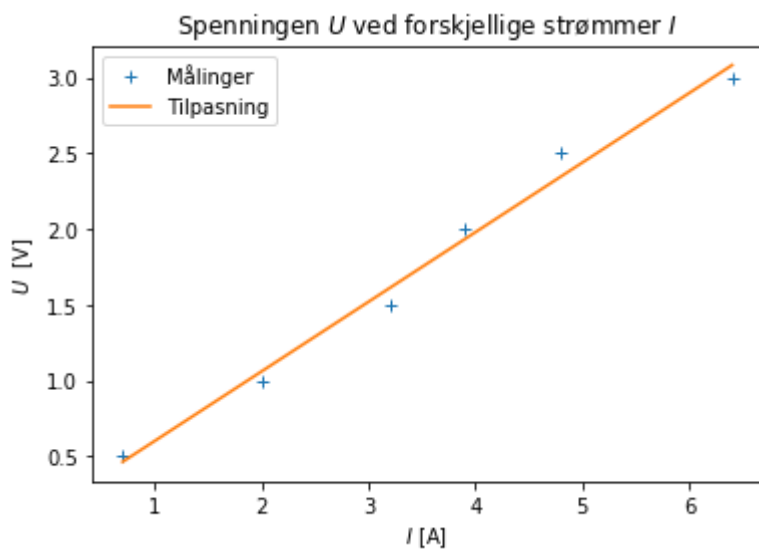
Ra = 0

a = linregress(I, U2).slope
b = linregress(I, U2).intercept
I_reg = np.linspace(min(I), max(I), 20)

# Plotter
plt.plot(I, U2, "+", label="Målinger")
plt.plot(I_reg, a*I_reg + b, label="Tilpasning")
plt.title("Spenningen $U$ ved forskjellige strømmer $I$")
plt.xlabel("$I$ [A]")
plt.ylabel("$U$ [V]")
plt.legend()
plt.show()

Ra = a

```



In [ ]:

```

print(Ra)
print(f"Motstand Ra = {Ra:.2f} Ohm") # Velg et passende antall desimaler!

```

```

0.4598825831702544
Motstand Ra = 0.46 Ohm

```

## Oppgaver 3.1.1 (før lab)

Den totale spenningsforskjellen i kretsen får et positivt bidrag fra emfen  $U_1 = \varepsilon$  og et negativt bidrag fra den indre resistansen  $r$  på formen  $U_2 = -rI$  hvor  $I$  er strømmen som går gjennom kretsen. Den totale spenningsforskjellen kan dermed skrives som:

$$U = U_1 + U_2$$

$$U = \varepsilon - rI$$

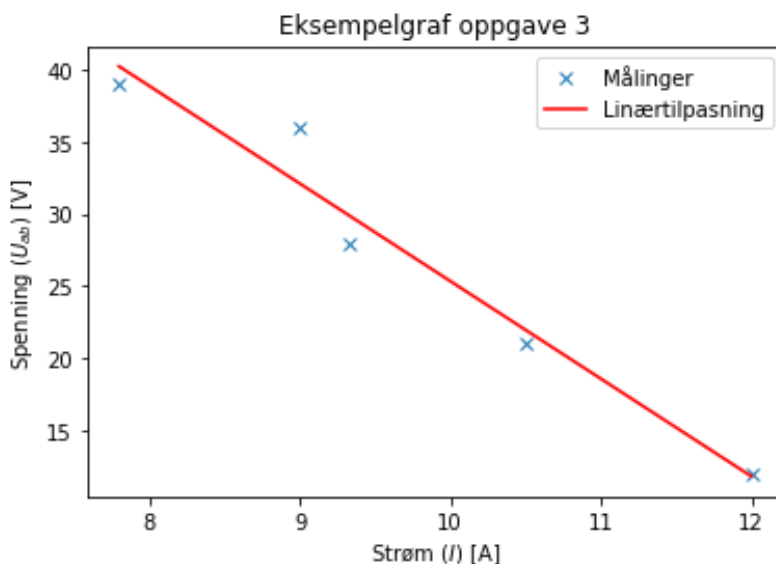
$$U = -rI + \varepsilon$$

Dette har formen  $y = ax + b$ , hvor variablene er  $y = U$  og  $x = I$  med stigningstall  $a = -r$  og skjæringspunkt  $b = \varepsilon$ . Hvis vi plotter  $U$  mot  $I$  vil vi dermed finne den indre resistansen som det negative stigningstallet  $r = -a$  og emfen som skjæringspunktet  $\varepsilon = b$ .

## Oppgaver 3.1.2 (før lab) og 3.2.2 (under lab)

I cellen under finner dere to lister med spenninger  $U$  og motstander  $R$ , som dere kommer til å måle under forsøket. Verdiene som er der nå er "falske".

Man kan bruke disse verdiene for å lage en liste med verdier for strømmen  $I$ . Når dere har strømmen kan dere bestemme indre resistans  $r$  og emf  $\varepsilon$  ved hjelp av en linærtilpasning, slik dere gjorde i de to tidligere oppgavene. Mer om dette står forklart i labteksten.



Ved å lage en linærtilpasning skal dere få en graf (gitt dere bruker samme dummy-verdier) som ligner den over, og bruke denne til å anslå verdier for emf, og indre motstand.

In [ ]:

```
U3 = np.array([12, 21, 28, 36, 39]) # Volt
R3 = np.array([1, 2, 3, 4, 5])      # Ohm
```

In [ ]:

```

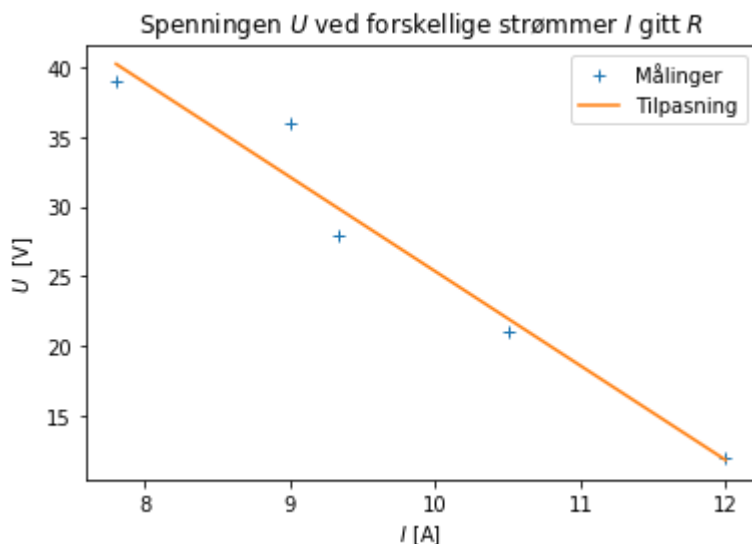
I3 = U3 / R3    # Strømmen I, som dere må finne.
r = 0           # Indre motstand som dere må finne.
emf = 0         # Emf i Peltier-element som dere må finne.

a = linregress(I3, U3).slope
b = linregress(I3, U3).intercept
I_reg = np.linspace(min(I3), max(I3), 20)

# Plotter
plt.plot(I3, U3, "+", label="Målinger")
plt.plot(I_reg, a*I_reg + b, label="Tilpasning")
plt.title("Spenningen $U$ ved forskjellige strømmer $I$ gitt $R$")
plt.xlabel("$I$ [A]")
plt.ylabel("$U$ [V]")
plt.legend()
plt.show()

r = -a
emf = b

```



In [ ]:

```

# Skriv ut resultatene for Emf og indre resistans.
# Bruk et passende antall desimaler, og riktige enheter!
print(f"Indre resistans er r = {r:.2f} Ohm")
print(f"Emfen er emf = {emf:.2f} Volt")

```

Indre resistans er  $r = 6.77$  Ohm  
 Emfen er  $emf = 93.05$  Volt

Når dere kommer på lab, vil alt dere trenger å gjøre være å sette inn målt verdi for spenning  $U$  over motstanden, samt notere ned størrelsen på motstanden  $R$  som ble brukt direkte inn i notebooken og produsere resultater!



## Oppgave 5.1 (før lab)

Setter inn  $\Phi = NAB \cos(\theta) = NAb \cos(\omega t)$  i derivatet  $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$  og deriverer:

$$\begin{aligned}\varepsilon &= -\frac{d}{dt}(NAb \cos(\omega t)) \\ &= -NAB \frac{d}{dt}(\omega t) \frac{d}{dt}(\cos((\omega t))) \quad (\text{Kjerneregelen}) \\ &= NAB\omega \sin(\omega t)\end{aligned}$$

Dette uttrykket har størst verdi ved amplitudene ( $\sin(\omega t) = 1$ ), som betyr at amplituden  $X$  kan skrives som:

$$X = NAB\omega$$

Løser vi dette for B får vi:

$$B = \frac{X}{NA\omega}$$