

Elektriske eksperimenter

Elektricitet

Jacob Debel

Fysik B

Indledning

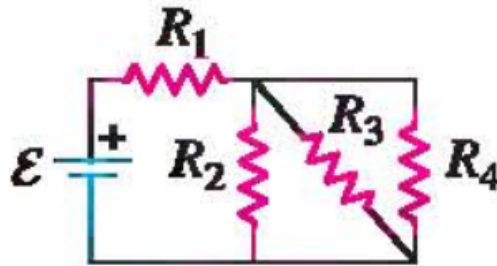
I skal arbejde med 3 forskellige eksperimenter. Der skal udarbejdes en samlet rapport med et fælles teoriafsnit omkring elektricitet, men hvor resten af rapporten er delt mellem de 3 eksperimenter. Slut af med en samlet konklusion.

Indhold

1	En sammenkobling af pærer	2
1.1	Udstyr	2
1.2	Fremgangsmåde	2
2	Bestemmelse af ukendte modstande	3
2.1	Motivation for eksperimentet	3
2.2	udstyr	3
2.3	Fremgangsmåde	3
3	Bestemmelse af indre modstand, kortslutningsstrøm og hvilespænding for et batteri	4
3.1	Motivation for eksperimentet	4
3.2	Teori	4
3.3	Udstyr	5
3.4	Fremgangsmåde	5

1 En sammenkobling af pærer

På figur 1 ses en sammenkobling af en spændingskilde og 4 ens pærer. Spændingskilden er repræsenteret ved \mathcal{E} mens pærene er repræsenteret ved R_1 , R_2 , R_3 og R_4 .



Figur 1: \mathcal{E} repræsenterer en spændingskilde, mens R_1 , R_2 , R_3 og R_4 repræsenterer 4 ens pærer.

1.1 Udstyr

Til eksperimentet skal der anvendes:

- En spændingskilde
- 4 sokler
- 4 pærer
- Et amperemeter
- Et voltmeter
- Diverse ledninger til at opbygge kredsløbet

1.2 Fremgangsmåde

I skal udføre følgende og besvare spørgsmålene. Det skal være nogle gode svar, som skrives ind i databehandlingsafsnittet og/eller diskussionen i rapporten:

1. Opstil det viste kredsløb.
2. Bestem strømmen gennem og spændingen over alle pærene.
3. Beregn den afsatte effekt i hver pære.
4. Hvilken pære/hvilke pærer lyser kraftigst?

Fjern nu pæren repræsenteret ved R_4 .

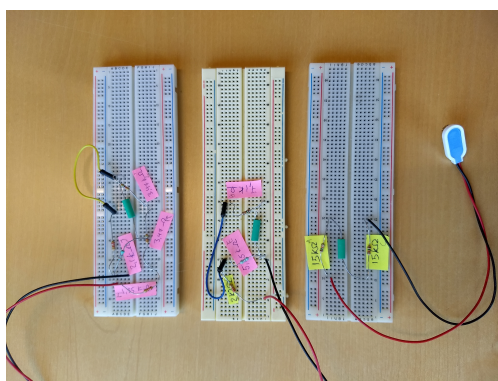
5. Hvad er nu strømmen igennem og spændingen over hver af de tilbageværende pærer?
6. Hvad er den afsatte effekt i hver af de tilbageværende pærer?
7. Hvilken pære/hvilke pærer lyser nu henholdsvis kraftigere og svagere ved fjernelsen af pære R_4 ?
Diskutér, hvad grunden hertil kan være.

2 Bestemmelse af ukendte modstande

2.1 Motivation for eksperimentet

Det kan godt være, at der findes fine teoretiske formler for, hvordan modstande adderes i henholdsvis serie- og parallelkoblinger. Dog, for at få et fortroligt kendskab til elektriske kredsløb, er det ikke nok med teoretiske beregninger, man er også nødt til at eksperimentere.

I skal da bestemme den ukendte modstand i hver af de 3 udleverede kredsløb udelukkende ved at benytte et voltmeter og de love og regler, som I kender fra ellære. I kan se kredsløbene på figur 2.



Figur 2: De 3 udleverede kredsløb, hvor den ukendte modstand gemmer sig under det grønne stykke plast.

2.2 udstyr

Følgende udstyr skal anvendes til eksperimentet:

- Et multimeter indstillet som voltmeter
- De 3 udleverede kredsløb
- 3 9V-batterier - et til hvert kredsløb

2.3 Fremgangsmåde

Der er ikke mange instrukser til dette eksperiment, men:

1. Tilslut batteriet til kredsløbet.
2. Mål spændingsforskellene forskellige (fornuftige) steder i kredsløbene.
3. Beregn den ukendte modstand.
4. Tjek om jeres beregning stemmer overens med den faktiske modstand. Det grønne stykke plast kan trækkes til siden, så I kan aflæse modstanden. Det kræver dog kendskab til at aflæse ringenes værdier. Denne viden kan I finde på <https://dk.farnell.com/modstand-farve-kode-udregner>.

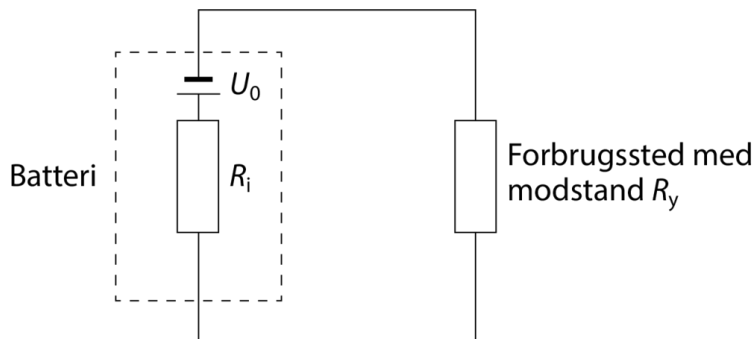
3 Bestemmelse af indre modstand, kortslutningsstrøm og hvilespænding for et batteri

3.1 Motivation for eksperimentet

Typisk når vi har talt om spændingskilder/batterier, har vi antaget at deres spænding er konstant, og således udfører et konstant arbejde pr. ladning. Dette er dog ikke sandt i virkeligheden. Tænk på, at hvis der skulle trækkes en (uendelig) stor strøm, så skulle batteriet kunne udføre et uendeligt stort arbejde. Dette giver komplikationer med loven om energibevarelse. I stedet har det vist sig, at hvis man forsøger at trække en stor strøm ud af batteriet, så falder polspændingen (altså spændingen over batteripolerne og dermed også over det tilsluttede kredsløb).

3.2 Teori

For at beskrive det førmtalte fald i spænding som funktion af strømmen, defineres **hvilespændingen** som polspændingen, når der løber en uendeligt lille strøm. Hvilespændingen er før i tiden også blevet omtalt som den **elektromotoriske kraft**. En fysisk spændingskilde, eksempelvis et batteri, kan da **modelleres** som en seriekobling af en **superspændingskilde**, der altid leverer en spænding på U_0 , og så en **indre modstand**, R_i . Forbindes spændingskilden(batteriet) nu til en **ydre modstand**, R_y , som det kan ses på figur 3, så kan følgende udtryk skrives op ved hjælp af Ohms lov for kredsløbet:



Figur 3: En model for en spændingskilde bestående af en superspændingskilde i serie med en indre modstand, som så igen er i serie med en ydre modstand. Figuren er lånt fra <https://orbithtxb.systime.dk/index.php?id=558>.

$$U_0 = R_i \cdot I + R_y \cdot I.$$

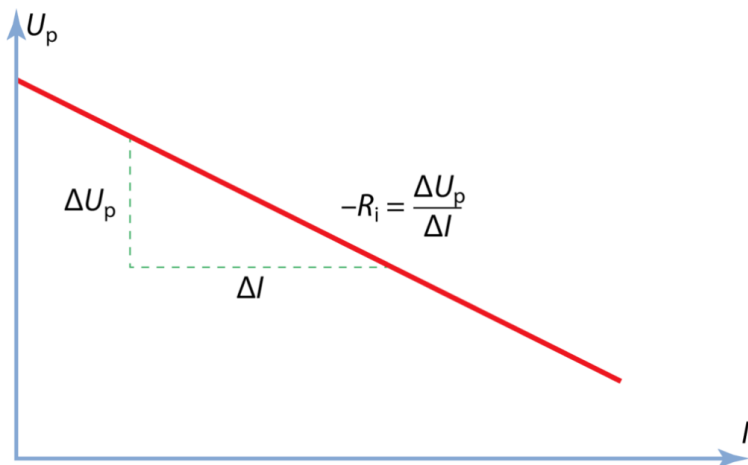
Dog er $R_y \cdot I = U_p$, hvor U_p er **polspændingen**, og forrige ligning kan omskrives til:

$$\begin{aligned} U_0 &= R_i \cdot I + U_p \iff \\ U_0 - R_i \cdot I &= U_p \iff \\ U_p &= -R_i \cdot I + U_0. \end{aligned}$$

Hvis det sidste udtryk sammenlignes med ligningen for en ret linje

$$y = a \cdot x + b,$$

kan det ses, at U_p svarer til y , $-R_i$ svarer til hældningstallet a , I svarer til x og U_0 svarer til skæringen med y -aksen. Dette kan også ses grafisk på figur 4, hvor sammenhængen er indtegnet i et (I, U_p) -koordinatsystem.



Figur 4: Den matematiske sammenhæng mellem polspændingen som funktion af strømstyrken. Figuren er lånt fra <https://orbithtxb.systeme.dk/index.php?id=558>.

Som det ses, vil polspændingen falde som funktion af strømstyrken. Det er præcis denne sammenhæng, der skal undersøges i dette eksperiment.

3.3 Udstyr

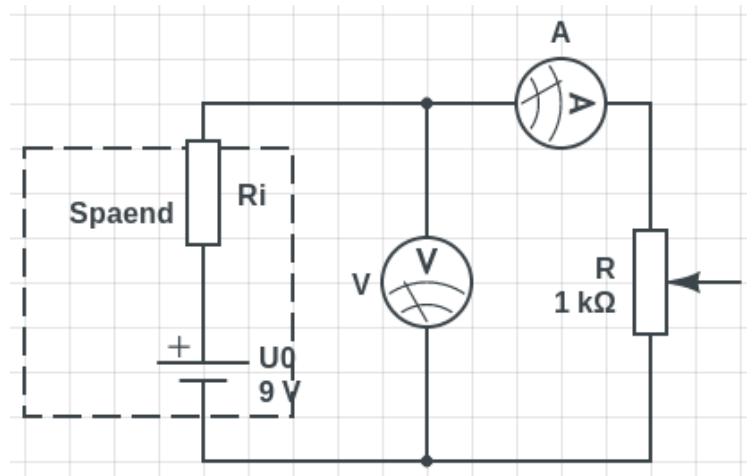
Følgende udstyr skal anvendes til eksperimentet:

- 1 amperemeter
- 1 multimeter indstillet som voltmeter
- 1 dekaderesistor (en variabel modstand)
- Diverse nye og gamle 9V-batterier
- Diverser ledninger til at opbygge kredsløbet med

3.4 Fremgangsmåde

Følg skridtene nævnt her:

1. Opstil et kredsløb som ligner det på figur 5. Den stiplede boks repræsenterer et 9V-batteri.
2. Sørg for at dekaderesistoren er indstillet til høje værdier til at begynde med. Ellers tappes batterierne alt for hurtigt for energi.



Figur 5: Det ønskede kredsløb til bestemmelse af den indre modstand etc. i et batteri.

3. Ændre på dekaderesistorens modstand og notér sammenhørende værdier af U_p og I . Der skal opsamles mindst 10 målinger, gerne jævnt fordelt mellem tomgang (meget høj modstand) og kortsluttet tilstand (ingen modstand). **I må dog ikke kortslutte batterierne.**
4. Plot de opsamlede datapunkter i et (I, U_p) -koordinatsystem. Dette kan gøres i et regneark eller ved hjælp af geogebra.
5. **Fit** en ret linje til de plottede datapunkter, og aflæs/beregn, hvad henholdsvis hvi-lespændingen, kortslutningsstrømmen og den mindre modstand af batteriet er.