

Opgaver til karakteristikforløbet

De sværeste opgaver er markeret med en stjerne.

Indhold

1 Grundbegreber for elektricitet	3
Opgave 1.1	3
Opgave 1.2	3
Opgave 1.3	3
Opgave 1.4	3
Opgave 1.5	3
Opgave 1.6	3
Opgave 1.7	3
Opgave 1.8	4
Opgave 1.9	4
Opgave 1.10	4
2 Ohms lov for en resistor	4
Opgave 2.1	4
Opgave 2.2	4
Opgave 2.3	5
Opgave 2.4	5
Opgave 2.5	5
Opgave 2.6	5
Opgave 2.7	5
Opgave 2.8	6
Opgave 2.9	6
Opgave 2.10	6
3 Joules lov for en resistor	6
Opgave 3.1	6
Opgave 3.2	7
Opgave 3.3	7
Opgave 3.4	7
Opgave 3.5	7
Opgave 3.6	7
Opgave 3.7	8
Opgave 3.8	8
Opgave 3.9	8
Opgave 3.10	8

4 Belastningskarakteristik for en spændingskilde	9
Opgave 4.1	9
Opgave 4.2	9
Opgave 4.3	9
Opgave 4.4	9
Opgave 4.5	10
Opgave 4.6	10
Opgave 4.7	10
Opgave 4.8	10
Opgave 4.9	11
Opgave 4.10	11

1 Grundbegreber for elektricitet

Opgave 1.1

En metalkugle har fået tilført elektroner med en samlet ladning på $-0,5 \mu C$. Beregn massen af elektronerne og vurder, om kuglen bliver tungere.

Opgave 1.2

Når det er tordenvejr, er det ikke usædvanligt, at lyn med en strømstyrke på 100 kA forekommer.

- a) Beregn tiden for et lynnedslag, hvis der totalt overføres en ladning på $2,5 \text{ C}$.

Når lyn springer mellem sky og jord eller sky og sky er de drevet af store spændingsfald. Et spændingsfald på ca. 500 V pr. mm er ikke usædvanligt.

- b) Antag at et lyn springer over en strækning på 1000 m . Hvor stort er spændingsfaldet fra top til bund?

Opgave 1.3*

Faradays tal, F , (opkaldt efter den engelske fysiker Michael Faraday 1791–1867) angiver ladingen af et mol enkeltladede ioner. Beregn Faradays tal.

Opgave 1.4*

Ladninger bestående af Ag^+ -ioner overføres med en strømstyrke på $1,5 \text{ A}$. Beregn den samlede masse af de ioner, som overføres i løbet af 2 sekunder.

Opgave 1.5*

Den atommodel, vi bruger i dag, er opkaldt efter Niels Bohr, som postulerede, at elektronerne bevæger sig i baner om kernen. Bohr forudsagde, at elektronen i et hydrogenatom bevæger sig i en cirkelbane med radius $r = 5,3 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ og med hastigheden $2,2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. Beregn strømstyrken i banen.

Opgave 1.6

En ladning på $4,0 \text{ C}$ gennemløber et spændingsfald på 50 V . Beregn den omsatte energi.

Opgave 1.7

En elektron i hvile tilføres kinetisk energi ved at lade den gennemløbe et spændingsfald på $5,00 \text{ kV}$. Hvor stor er elektronens hastighed, når spændingsfaldet er gennemløbet?

Opgave 1.8*

Beregn drifhastigheden af elektronerne i en kobberledning med tværsnitsareal $1,0 \text{ mm}^2$, når strømstyrken er $1,0 \text{ A}$.

Opgave 1.9

I et kredsløb er strømstyrken på $0,60 \text{ A}$.

- a) Beregn den mængde ladning, der passerer på et døgn.

I samme tidsrum er der i en komponent i kredsløbet blevet afsat en energi på 622 kJ .

- b) Beregn spændingsfaldet over komponenten.
- c) Med hvor stor effekt afsættes der energi i komponenten?

Opgave 1.10*

Strømstyrken i en normal elkedel er 10 A .

- a) Beregn effekten, hvormed den omsætter energi.

Vandet, som koges i elkedlen, tages fra den kolde vandhane.

- b) Hvor mange liter vand kan elkedlen nå at koge på en time?

2 Ohms lov for en resistor

Opgave 2.1

Spændingsfaldet over en resistor på 56Ω er $12,0 \text{ V}$. Hvor stor er strømstyrken gennem resistoren?

Opgave 2.2*

To resistorer på 100Ω og 200Ω sidder i forlængelse af hinanden og danner et kredsløb sammen med en spændingskilde. Spændingsfaldet over begge resistorer er $12,0 \text{ V}$.

- a) Brug Ohms lov til at forklare, at den samlede resistans i kredsløbet er summen af de to resistorers resistanser.
- a) Beregn strømstyrken gennem kredsløbet.
- b) Beregn spændingsfaldet over hver resistor.

Opgave 2.3*

Ved at måle strømstyrken gennem en komponent og spændingsfaldet over den er følgende resultater fremkommet:

U/V	1	2	3	4	5	6	7	8
I/mA	0,16	0,32	0,47	0,64	0,77	0,90	1,07	1,23

- Plot resultaterne og udfør en passende regression.
- Opfylder komponenten Ohms lov?
- Forklar betydningen af regressionskonstanterne.

Opgave 2.4

En dyppekoger til 220 V har en effekt på 300 W.

- Beregn strømstyrken gennem den.
- Hvilken resistans har dyppekogeren?

Opgave 2.5*

En brødrister, der kan anses for at være en stor resistor, har en effekt på 1000 W. Beregn størrelsen af resistoren.

Opgave 2.6*

Et kredsløb består af en resistor med resistans R og en spændingskilde med hvilespænding U_0 .

- Hvad sker der med strømstyrken i kredsløbet, hvis U_0 fordobles?
- Hvad sker der med strømstyrken, hvis både U_0 og R fordobles?
- Hvad sker der med strømstyrken, hvis R fordobles?

Opgave 2.7*

Nedenstående tabel angiver sammenhørende værdier af strømstyrken og spændingsfaldet for en resistor.

I/mA	0	0,61	1,22	1,74	2,02	2,53	2,99	3,30
U/V	0	0,95	1,82	2,58	3,04	3,75	4,44	4,93

- Tegn karakteristikken og vis at komponenten er en resistor.
- udfør en passende regression og bestem resistansen af resistoren.
- Hvordan ændrer regressionen sig, hvis akserne ombyttes?

Opgave 2.8

For en resistor er følgende målepunkter fremkommet ved et forsøg:

I/mA	45	98	158	191	235	277	335	405	462	493
U/V	0,54	1,03	1,61	1,98	2,44	2,89	3,47	4,02	4,44	4,86

- Tegn karakteristikken og udfør en passende regression.
- Bestem resistorens størrelse.
- Forklar, hvordan karakteristikken ændrer sig, hvis resistoren udskiftes med en på 1000Ω .

Opgave 2.9

En rød diode, der højst kan tåle et spændingsfald på $5,0 V$ og en strømstyrke på $30 mW$, skal bringes til at lyse. Desværre haves kun et batteri på $9,0 V$, men ved hjælp af en passende resistor, som indsættes i kredsløbet, kan spændingsfaldet over dioden tilpasses. Beregn størrelsen på denne resistor.

Opgave 2.10

Ifølge Ohms lov er spændingsfaldet over en resistor proportional med strømstyrken igennem den. Hvilke grunde kan der være til at regressionen i opgave 2.8 ikke helt giver en proportional sammenhæng mellem spændingsfaldet og strømstyrken?

3 Joules lov for en resistor

Opgave 3.1

Strømstyrken gennem en resistor er $0,60 A$. I løbet af en time afsættes der $90 kJ$ i resistoren.

- Beregn effekten hvormed der afsættes energi i resistoren.
- Beregn resistorens størrelse.

Opgave 3.2

Kobberviklingen i en generator har en resistans på 85Ω ved normal drift og leverer en strøm på $3,0 A$. Generatoren kører uafbrudt i 12 timer. Beregn hvor meget energi, der afsættes i generatoren som varme under driften.

Opgave 3.3

Når man skruer op eller ned for en kogeplade, ændres resistansen i kogepladen. Hvordan ændrer resistansen sig, når der skrues op for kogepladen?

Opgave 3.4*

I Island findes et aluminiumsværk, som fremstiller aluminium ved elektrolyse. Værket producerer 200 tons aluminium pr. døgn.

- Undersøg, hvordan aluminium fremstilles ved elektrolyse.
- Beregn strømstyrken i værkets elektrolysebad.

Værket har et effektforbrug på $200 MW$, hvoraf 25 % er tab.

- Beregn spændingsfaldet over elektrolysebadet.

Opgave 3.5*

Formlen $P = U^2/R$ for effekten, hvormed en resistor omsætter energi, viser, at effekten bliver mindre, når resistansen vokser. Den tilsvarende formel $P = R \cdot I^2$ viser, at effekten vokser, når resistansen øges. Opklar denne uklarhed.

Opgave 3.6*

Et varmelegeme bruges til opvarmning af vand. Opvarmningen gennemføres ved forskellige værdier af strømstyrken I . Sammenhørende værdier for strømstyrken og den afsatte effekt i varmelegemet ses i nedenstående tabel.

I/A	0	1,10	1,87	2,13	2,50	2,74	3,05
P/W	0	4,25	12,2	15,9	21,7	26,2	32,6

- Begrund hvilken sammenhæng der forventes mellem værdierne.
- Plot værdierne og lav en passende regression.
- Bestem varmelegemets resistans.

Opgave 3.7

En resistor på 220Ω kan tåle en maksimal effekt på $0,25 W$.

- Hvor stor er den største strømstyrke, som resistoren kan holde til?
- Hvor stort er det største spændingsfald, der kan være over resistoren?

Opgave 3.8*

Hvorfor skal man altid rulle hele ledningen ud, når man f.eks. støvsuger eller bruger en kabeltromle?

Opgave 3.9*

I tabellen nedenfor ses sammenhørende værdier for strømstyrken og spændingsfaldet for en pære.

I / mA	0	48	101	149	202	230	250
U / V	0	0,65	1,10	1,87	3,25	4,76	5,95

- Plot værdierne i et passende koordinatsystem.
- Opfylder pæren Ohms lov?

I kredsløbet indsættes nu en resistor på 47Ω . Resistoren indsættes efter pæren.

- Tegn karakteristikken for resistoren.
- Konstruer den samlede karakteristik for både pæren og resistoren.

Opgave 3.10

En elektrisk grill på $800 W$ tilsluttes $220 V$.

- Hvilken resistans har grillen?
- Kan grillen tilsluttes et net med en $10 A$ -sikring?

4 Belastningskarakteristik for en spændingskilde

Opgave 4.1

I en bil sidder der et 12 V-batteri med en indre modstand på $35 \text{ m}\Omega$. Når nøglen drejes for at starte bilen, tænder nærlyset som det første. Pærerne i nærlyset er 12 V-pærer med en effekt på 55 W .

- a) Beregn polspændingen når nærlyset er tændt.

Nøglen drejes nu helt om og bilen startes. Under starten går der en strøm igennem starteren på 150 A .

- b) Beregn polspændingen under starten.
c) Forklar, hvorfor man under starten ofte ser, at lyset fra lygterne kortvarigt går ned i styrke.

Opgave 4.2*

Ligningen for effektkurven for en spændingskilde er givet ved

$$P = U_{pol} \cdot I = (U_0 - R \cdot I) \cdot I.$$

Vi ved også at

$$U_0 = U_i + U_{pol} = (R_i + R_y) \cdot I.$$

- a) Vis, at effektkurven har maksimum, når $U_{pol} = (R_i + R_y) \cdot I$, dvs når den ydre resistans er lig den indre.

Den energi, der omsættes i den indre resistor, anses for at være tabt energi.

- b) Udled et udtryk for forholdet mellem energiomsætningen i den indre resistor og energiomsætningen i den ydre resistor og vis herudfra, at man får maksimal energi ud af spændingskilden ved at gøre R_y så stor som muligt.

Opgave 4.3*

En spændingskilde sidder i serie med en resistor. Strømstyrken i kredsløbet er $0,40 I$. Resistoren udskiftes med en anden resistor, som er 18Ω større. Strømstyrken i kredsløbet er nu faldet til $0,25 I$. Beregn spændingskildens hvilespænding U_0 .

Opgave 4.4

Et 12 V-batteri med en indre resistans på $350 \text{ m}\Omega$ forbindes med en resistor på $5,0 \Omega$.

- a) Beregn strømstyrken i kredsløbet.

b) Beregn polspændingen.

Opgave 4.5^{*}

En spændingskilde har en hvilespænding på $12,0\text{ V}$. Spændingskilden forbindes nu med en resistor på $30,0\ \Omega$, hvorefter polspændingen bestemmes til $11,8\text{ V}$. Bestem spændingskildens indre resistans.

Opgave 4.6

En spændingskilde har en hvilespænding på 12 V . Kilden belastes nu med en strømstyrke på $1,2\text{ A}$ gennem en resistor, og derved falder polspændingen til $9,6\text{ V}$.

- Beregn den indre resistans.
- Hvor stor effekt afsættes der i den ydre resistor.
- Hvor stor en effekt afsættes der i den indre resistor?

Opgave 4.7^{*}

To spændingskilder sidder i forlængelse af hinanden. Den ene har en hvilespænding på $9,0\text{ V}$ og en indre resistans på $0,20\ \Omega$. Den anden har en hvilespænding på $3,0\text{ V}$ og en indre resistans på $0,10\ \Omega$. I kredsløbet sidder også en ydre resistor på $6,0\ \Omega$.

- Beregn strømstyrken i kredsløbet.
- Beregn polspændingen for hver af de to spændingskilder.

Den mindste af de to spændingskilder vendes nu, så polerne peger modsat.

- Hvilken strømstyrke er der nu i kredsløbet?

Opgave 4.8^{*}

I en lommelygte sidder der en pære og et $9,0\text{ V}$ -batteri med en indre modstand på $0,40\ \Omega$. Pæren har en resistans på $25\ \Omega$, når den lyser.

- Beregn strømstyrken gennem pæren.
- Beregn den afsatte effekt i pæren.
- Beregn den afsatte effekt i den indre resistor.
- Hvor stor en procentdel af energien går tabt?

Opgave 4.9

I en lommelygte sidder der en pære og et $9,0\text{ V}$ -batteri med en indre modstand på $0,40\ \Omega$. Strømstyrken i pæren er $0,50\text{ A}$, når den lyser.

- Beregn batteriets polspænding.
- Beregn pærens resistans
- Hvilken effekt afsættes der i pæren?
- Hvor stor en procentdel af den samlede effekt afsættes i pæren?

Opgave 4.10

Følgende datasæt er fremkommen ved et eksperiment:

I/A	0	0,58	1,10	1,59	2,12	2,40	2,63
U/V	5,99	4,85	3,39	2,27	1,22	0,44	0,03

- Plot tabellens data i et passende koordinatsystem og foretag en regression til bestemmelse af sammenhængen.
- Argumenter for at karakteristikken afspejler en spændingskilde.
- Bestem de karakteristiske størrelser for spændingskilden.