

OPPGAVER TIL KAPITTEL 21

21.1 En ledende tråd har lengden 2.0 m og er koplet mellom polene på et 12 V batteri. Motstanden i tråden er 3.0Ω .

- Hva er den elektriske strømmen i tråden?
- Hva er det elektriske feltet i tråden?

21.2 Når en tynn kobbertråd er koplet til et batteri på 1.5 V, er strømmen i tråden 0.50 A.

- Hva er motstanden i tråden?
- Hva er strømmen i denne tråden når den koples til et batteri på 7.5 V?

21.3 Motstanden i viklingene på en elektrisk startmotor i en bil er 0.15Ω . Motoren er knyttet til et 12 V batteri. Hvilken strøm trekker startmotoren?

21.4

- Finn motstanden i en 1 m lang kobbertråd med diameter 1 mm. (Bruk tabell 21.1.)
- Gjenta beregningen ovenfor når diameteren av tråden doubles.

21.5 I en kobbertråd med tverrsnitt 1 mm^2 går det en strøm på 1.5 A. Anta at det er 8×10^{28} frie elektroner per m^3 i tråden, og bestem:

- strømtettheten,
- driftshastigheten til elektronene.

21.6 En 250 km lang høyspentlinje består av en kobberledning med diameter 3.0 cm. Anta at det går en konstant strøm på 1500 A i ledningen.

- Hva er det elektriske feltet i denne ledningen?
- Hva er driftshastighetene til elektronene?

21.7 Vi ønsker å bestemme resistiviteten i et metall og tar en ledning av dette metallet med diameter 0.5 mm og lengde 1.1 m. Endene av ledningen koples til en spenningskilde på 12 V, og vi måler en strøm på 3.75 A. Hva er resistiviteten i metallet?

21.8 Dersom du vil lage en motstand på 1.0Ω av en karbonstav (C) med diameter 1.0 mm, hvor lang må staven være? (Bruk tabell 21.1.)

21.9 Totalmotstanden gjennom en kvadratcentimeter tørr hud er ca. $10^5 \Omega$. Anta at en mann uforvarende griper med begge hendene om endene av to ledninger. Ledningene har samme radius på 0.13 cm, og huden på hver av hendene er i full kontakt med ledningene over en avstand på 8 cm.

- Beregn den elektriske motstanden mannens hud representerer mot en strøm som flyter gjennom kroppen hans fra den ene ledningsenden til den andre. (I denne beregningen kan man se bort fra motstanden i det indre av mannens kropp, idet væskene i menneskekroppen har rimelig god ledningsevne i forhold til huden.)
- Hva er strømmen gjennom mannens kropp når potensialforskjellen mellom ledningsendene er 220 V?

21.10 En kobberledning og en aluminiumsledning med lik diameter og lengde er koplet i parallell. En totalstrøm på 6.0 A går gjennom kopligen.

- Hva er strømmen i hver av ledningene? Selv om aluminium har en noe høyere motstand enn kobber, har aluminium den fordelen at det har mindre massetetthet enn kobber. For lange høyspentledninger er det opphengingsmastene som koster. Siden disse må dimensjoneres etter vekten de skal bære, kan det derfor være en fordel å bruke aluminiumsledninger.

- Finn massen av en 1000 m lang aluminiumsledning med diameter 3.0 cm.
- Finn massen av en 1000 m kobberledning med samme motstand som aluminiumsledningen.

Massetettheten for aluminium og kobber er henholdsvis $2.7 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ og $8.9 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

21.11 En 25 A strøm går gjennom en 15 m lang aluminiumsledning som ikke kan koples til en større potensialforskjell enn 5 V. Hva er den minste diameteren denne kabelen kan ha?

Kobber	$\sigma_{Cu} = 5.81 \cdot 10^7 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$
Aluminium	$\sigma_{Al} = 3.54 \cdot 10^7 \Omega^{-1} \text{ m}^{-1}$

21

- f) $E_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0\kappa R^2}$ for $r < R$ og
 $E_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$ for $r > R$
- g) $V_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{1}{R} + \frac{(R^2 - r^2)}{2\kappa R^3} \right]$ for $r < R$ og
 $V_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$ for $r > R$
- h) $U = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{R} \left(1 + \frac{1}{\kappa} \right)$
- 20.21 a) $Q_{\text{max}} = 1.33 \times 10^{-3}$ C
b) 3.99×10^6 V
- 20.22 a, b, c) som i oppgave 20.20
- d) $E_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$ for $r > R_1$ (bortsett fra inne i kuleskallet). ($E_r = 0$ for $r < R_1$)
- e) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R_1}$ for $r < R_1$ og
 $V_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$ for $r > R_1$
- f) $U_1 = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{R_1}$
- g) Ingenting
- h) Ja
- i) Den lille kulen mister hele sin ladning til kuleskallet
- j) $U_2 = \frac{1}{8\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{R_2}$
- 20.23 a) $U_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{r}$
b) $U_2 = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{Q^2}{2^{1/3} r}$
- 20.24 a) $U_1 = \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 s^2}$
b) $U_2 = \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 \kappa s^2}$
d) $U_x = \frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 s^2} \frac{1}{\kappa - 1}$
e) F_x finnes fra $F_x = -\frac{dU_x}{dx}$
- 21.1 a) 4 A
b) 6 V/m
- 21.2 a) 3 Ω
b) 2.5 A
- 21.3 80 A
- 21.4 a) 2.19×10^{-2} Ω
b) 5.48×10^{-3} Ω
- 21.5 a) 1.5×10^6 A/m²
b) 1.17×10^{-4} m/s
- 21.6 a) 3.65×10^{-2} V/m
b) 1.65×10^{-4} m/s
- 21.7 1.82×10^{-7} Ω m
- 21.8 2.2 cm
- 21.9 a) 3×10^4 Ω
b) 7.33×10^{-3} A
- 21.10 a) $I_{C_{11}} = 3.73$ A, $I_{A1} = 2.27$ A
b) 1909 kg
c) 3834 kg
- 21.11 1.64 mm
- 21.12 8×10^{-5} A
- 21.13 a) 4.87 Ω
b) 0.57 Ω
- 21.14 a) 0.2 A 45 Ω
b) 0.11 mA
- 21.15 $\frac{\rho h}{\pi a b}$
- 21.16 Vann: 0.23 mA, jern: 19.99977 A
- 21.17 a) 3.12×10^{-2} Ω
b) 18.7 V
- 21.18 1.5 km fra A.
- 21.19 a) 4 A, 2.4 A og 1.5 A
b) 7.9 A
- 21.20 4 Ω
- 21.21 a) 7.33 Ω
b) 1.09 A
c) 0.73 A, 0.36 A og 1.09 A
- 21.22 $5R/6$
- 21.23 $\frac{1}{2\pi b} \ln \frac{R_2}{R_1}$
- 21.24 0.5 Ω
- 21.25 a) 2.86×10^{13} Ω m
b) 222 Ω
- 22.1 12000 J/kg, (undervannsbåt); 20000 J/kg
- 22.2 0.17 Ω
- 22.3 a) 2.88 kJ
b) 0.64 kJ
c) 48 s
- 22.4 a) krets b
b) krets a: slukker, b: ingen forandring,
c: svakere
c) a: 13.33 J, 120 J, 26.67 J
- 22.5 $I' = \epsilon r / (rr' + Rr' + Rr)$,
 $I = \epsilon r' / (rr' + Rr' + Rr)$