TFY4104 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Løsningsforslag til Test 9.

Oppgave 1

$$C = \varepsilon_0 A/d = 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot \pi \cdot 0.10^2/0.003 = 9.3 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{F} = 93\,\mathrm{pF}.$$

Riktig svar: C.

Oppgave 2
I enheten nF (nanofarad) er

$$C = (1/5 + 1/(10 + 15) + 1/20)^{-1} = 3.4.$$

Riktig svar: A.

Oppgave 3
I metallskiva er $E = 0$. Da må det være indusert ladninger $\pm\sigma$ på de to overflatene av metallskiva. I luftlagene over og under metallskiva er $E = \sigma/\varepsilon_0$, upåvirket av metallskiva. Dette betyr at potensialet endrer seg med $\sigma d/3\varepsilon_0$ gjennom hver av de to luftlagene, mens det ikke endrer seg gjennom metallskiva (som er et ekvipotensial). Derfor er $V = 2\sigma d/3\varepsilon_0$. Riktig svar: B.

Oppgave 4
Kapasitansen med full tank er

$$C_0 = \varepsilon_r \varepsilon_0 A/d = 2\varepsilon_0 d,$$

siden $A = d^2$. Når 90% av bensinen er oppbrukt, er kapasitansen

$$C_1 = \varepsilon_0 \varepsilon_0 (A/10)/d + \varepsilon_0 (9A/10)/d = 11\varepsilon_0 d/10.$$

Med gitt ladning $\pm Q$ på kondensatorplatene er $V_1/V_0 = C_0/C_1$, dvs

$$V_1 = V_0 C_0/C_1 = 5\,\mathrm{V} \cdot 2/(11/10) = 9\,\mathrm{V}.$$

Riktig svar: E.

Oppgave 5

$$U = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E^2 A d = \frac{1}{2}\varepsilon_0 (V/d)^2 A d = 0.5 \cdot 8.85 \cdot 10^{-12} \cdot 9^2 \cdot 20 \cdot 10^{-4}/0.002 = 0.36\,\mathrm{nJ}.$$

Riktig svar: B.

Oppgave 6

$$U = \int_R^\infty \frac{1}{2}\varepsilon_0 E(r)^2 \cdot 4\pi r^2 dr = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0}|_R^\infty(-1/r) = \frac{Q^2}{8\pi\varepsilon_0 R}.$$

Riktig svar: A.

Oppgave 7
Drudemodellen gav uttrykket $\sigma = ne^2\tau/m_e$ for elektrisk ledningsevne. Da er

$$\tau = \sigma m_e/ne^2 = 3.5 \cdot 10^7 \cdot 9.1 \cdot 10^{-31}/(1.8 \cdot 10^{29} \cdot 1.6^2 \cdot 10^{-38}) = 6.9 \cdot 10^{-15}\,\mathrm{s} \simeq 7\,\mathrm{fs}.$$

Riktig svar: C.

Oppgave 8

$$\rho = 2.44 \cdot 10^{-8}\Omega\text{m}(1 + 0.0034 \cdot 60) = 2.94 \cdot 10^{-8}\Omega\text{m}.$$

Riktig svar: D.

Oppgave 9
Resistivitet er invers elektrisk ledningsevne, $\rho = 1/\sigma$, slik at kobberledningens resistans er

$$R = \rho L/A = 1.68 \cdot 10^{-8}\Omega\text{m} \cdot 1\,\text{m}/2.5 \cdot 10^{-6}\,\text{m}^2 = 6.72 \cdot 10^{-3}\Omega \simeq 6.7\,\text{m}\Omega.$$

Riktig svar: A.

Oppgave 10

$$R = (\sum 1/R_j)^{-1} = (1/R + 1/3R + 1/9R)^{-1} = 9R/13.$$

Riktig svar: D.

Oppgave 11

$$R = \sum R_j = R + 3R + 9R = 13R.$$

Riktig svar: A.

Oppgave 12
Her har vi lik spenning 9V over alle de tre motstandene. Strømmen gjennom motstanden på 3 kΩ blir $I = 9$ V/3000 Ω = 3 mA. Riktig svar: A.

Oppgave 13
Det går en strøm 9 mA gjennom motstanden 1 kΩ og en strøm 1 mA gjennom motstanden 9 kΩ. Totalt 13 mA. Riktig svar: C.

Oppgave 14

$$P = VI = 9\,\text{V} \cdot 13\,\text{mA} = 117\,\text{mW} \simeq 0.1\,\text{W}.$$

Riktig svar: B.

Oppgave 15
Enheten mAh er en enhet for ladning. Vi har $I = \Delta Q/\Delta t$, dvs

$$\Delta t = \Delta Q/I = 2000\,\text{mAh}/13\,\text{mA} = 154\,\text{h}.$$

Riktig svar: E.

Oppgave 16
La oss betegne ei lyspæres motstand med R. Med alle tre på plass er kretsens totale motstand $R + (1/R + 1/R)^{-1} = 3R/2$. Med nr 3 ute er total motstand $R + R = 2R$. I begge tilfeller går hele strømmen gjennom nr 1. Større total motstand betyr mindre total strøm. Derfor lyser nr 1 svakere. Riktig svar: B.

Oppgave 17
La oss betegne spenningskilden med V_0. Med alle tre på plass går halve strømmen gjennom nr 2, dvs $I_2 = (V_0/(3R/2))/2 = V_0/3R$. Med nr 3 ute går hele strømmen gjennom nr 2, dvs $I_2 = V_0/2R$, som er mer enn $V_0/3R$. Derfor lyser nr 2 sterkere. Riktig svar: C.

Oppgave 18
Med nr 1 ute har vi ikke lenger en lukket ledersløyfe, vi har en såkalt åpen krets. Det går ingen strøm i kretsen. Nr 3 (og nr 2) slokker. Riktig svar: D.

Oppgave 19

$$j = I/A = 6.0 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{A}/1.5 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{m}^2 = 4.0\,\mathrm{kA/m}^2.$$

Riktig svar: D.

Oppgave 20
$R = V/I$ slik at

$$G = 1/R = I/V = 6.0 \cdot 10^{-3}\,\mathrm{A}/1.5 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{V} = 4.0 \cdot 10^6 \Omega^{-1} = 4.0\,\mathrm{MS}.$$

Riktig svar: D.