TFY4104 Fysikk. Institutt for fysikk, NTNU.
Løsningsforslag til Test 11.

Oppgave 1

$$m = NIA = 200 \cdot 10 \cdot 0.08 \cdot 0.125 = 20\,\mathrm{Am}^2$$

Riktig svar: A.

Oppgave 2

$$\tau_{\max} = mB = 20 \cdot 0.1 = 2.0\,\mathrm{Nm}$$

Riktig svar: B.

Oppgave 3

$$I = m/A = 8 \cdot 10^{22}/(\pi \cdot 1600^2 \cdot 10^6) = 9.9 \cdot 10^9 \simeq 10\,\mathrm{GA}$$

Riktig svar: C.

Oppgave 4

$$L = |\boldsymbol{r} \times m_e \boldsymbol{v}| = a_0 m_e v = \hbar \quad \Rightarrow \quad v = \hbar/a_0 m_e$$

Riktig svar: C.

Oppgave 5

$$\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 a_0^2} = \frac{m_e v^2}{a_0} \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 a_0 m_e}}$$

Riktig svar: E.

Oppgave 6
Settes de to uttrykkene for elektronets hastighet v lik hverandre, finner vi at

$$a_0 = \frac{4\pi\varepsilon_0 \hbar^2}{m_e e^2}$$

Riktig svar: A.

Oppgave 7

$$m = \pi a_0^2 \cdot \frac{e}{2\pi a_0/v} = \frac{a_0 e v}{2} = \frac{e\hbar}{2m_e} \equiv \mu_B$$

Riktig svar: D.

Oppgave 8

$$\tau = mB\sin\alpha = 3.5 \cdot 0.53 \sin 60^\circ = 1.6\,\mathrm{Nm}$$

Riktig svar: C.

Oppgave 9

$$B = \mu nI = \mu_r \mu_0 (N/l)I = 2000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot (200/0.20) \cdot 10 = 2.5\,\mathrm{T}$$

Riktig svar: A.

Oppgave 10
Vi skriver total overflatestrøm pr vikling av spoletråden som $I_0 + I_m$. Det betyr at I_m er den induserte magnetiseringsstrømmen pr lengde av spolen som opptas av en vikling av spoletråden, her 1 mm. Da kan magnetfeltet inni spolen skrives på formen

$$B = \mu_0 (N/l)(I_0 + I_m).$$

Legg merke til at når *total* strøm pr vikling, $I_0 + I_m$, inngår på høyre side, må vi bruke μ_0, og ikke $\mu_r \mu_0$. Hvis bare strømmen I_0 i spoletråden inngår på høyre side, må vi bruke $\mu_r \mu_0$. Da er effekten av magnetiseringen ivaretatt via relativ permeabilitet μ_r. Her er $\mu_r \gg 1$, slik at $I_m \gg I_0$, og vi kan med god tilnærmelse skrive $B = \mu_0 (N/l) I_m$, slik at $I_m = \mu_r I_0 = 2000 I_0 = 2.0\,\mathrm{kA}$.
Riktig svar: E.

Oppgave 11
Ferromagnetiske materialer, som jern, nikkel, kobolt og diverse legeringer, har relativ permeabilitet av størrelsesorden tusen eller mer.
Riktig svar: D.

Oppgave 12
Paramagnetiske materialer (eksempler: aluminium, magnesium, platina) har relativ permeabilitet bittelitt større enn 1.0.
Riktig svar: B.

Oppgave 13
Diamagnetiske materialer (eksempler: natrium, kobber kvikksølv) har relativ permeabilitet bittelitt mindre enn 1.0.
Riktig svar: C.

Oppgave 14
Feltstyrken reduseres med en faktor $(5^2 + 1)^{3/2} = 26^{3/2} \simeq 133$, til ca 2 mT.
Riktig svar: A.

Oppgave 15
Magnetisk feltstyrke inne i en lang, tettviklet spole er $B = \mu nI$, der μ er permeabiliteten til mediet inne i spolen og n er antall vinklinger pr lengdeenhet. En reduksjon i B på 0.052% innebærer derfor en reduksjon i μ på 0.052%. Væsken har dermed permeabilitet $\mu = 0.99948 \mu_{\text{luft}} \simeq 0.99948 \mu_0 \simeq 1.2560 \cdot 10^{-6}$ H/m, evt 1.2560 μH/m (mikrohenry pr meter).
Riktig svar: C.

Oppgave 16
Elektrisk kraft på elektronet: $F_e = qE = e \cdot 3000$, i negativ y-retning. Magnetisk kraft på elektronet: $F_m = evB = e \cdot 20000 \cdot 0.150 = e \cdot 3000$, i positiv y-retning. Total kraft: Null. Riktig svar: A.

Oppgave 17
Med $x \gg h$ er magnetfeltet tilnærmet konstant over hele ledersløyfas omsluttede areal, $B(x) = \mu_0 I / 2\pi x$, og omsluttet magnetisk fluks blir $\phi(x) = B(x) \cdot A = \mu_0 Ibh / 2\pi x$. Indusert spenning blir dermed

$$|V| = |\frac{d\phi}{dt}| = \frac{\mu_0 Ibh}{2\pi x^2} \cdot \frac{dx}{dt} = \frac{\mu_0 Ibhv}{2\pi x^2}.$$

Riktig svar: C.

Oppgave 18

Total omsluttet fluks er $\phi(t) = NBA \cos \omega t$, slik at indusert spenning blir $V(t) = V_0 \sin \omega t$ med amplitude $V_0 = NBA\omega = NBA2\pi/T$. Vi må derfor ha en periode $T = 2\pi \cdot 50 \cdot 0.250 \cdot 400 \cdot 10^{-4}/311\,\mathrm{s} = 0.01$ s. Riktig svar: B.

Oppgave 19

Spenningsfallet over hver kapasitans må her være $V_0/3$. Da er ladningen på hver kapasitans $Q = CV_0/3$. Riktig svar: E.

Oppgave 20

Kretsens totale kapasitans er $(1/C + 1/(2C + 3C))^{-1} = 5C/6$. Med en slik kapasitans ville ladningen på den ha vært $5V_0C/6$. Dette blir da ladningen på den ene kapasitansen C, og samtidig total ladning på de to parallellkoblede $2C$ og $3C$, der $2/5$ må ligge på $2C$ og $3/5$ på $3C$. Dermed $(3/5) \cdot (5V_0C/6) = V_0C/2$ på kapasitansen $3C$. Riktig svar: D.