

- Kokeessa saa käyttää laskinta, mutta se ei saa olla ohjelmoitava.
  - Kokeessa saa olla mukana itse käsin kirjoitettu muistilappu (yksi A4, molemmat puolet).
- Muistilappu tulee palauttaa koepaperin mukana.**

**Yleisiä vakioita**

$$g = 9.80 \text{ m/s}^2$$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$$

$$\mu_0 \approx 4\pi \times 10^{-7} \text{ TmA}^{-1}$$

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\mu_B = 5.788 \times 10^{-5} \text{ eV/T}$$

$$k = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J/K}$$

**Erityiskaavoja**

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y)\hat{i} + (A_z B_x - A_x B_z)\hat{j} + (A_x B_y - A_y B_x)\hat{k}$$

$$\text{Pallo: } A = 4\pi r^2 \text{ ja } V = \frac{4}{3}\pi r^3.$$

$$\text{Ympyrä: } A = \pi r^2.$$

$$\text{Magneettikenttiä: } B = \mu_0 n I, \quad B = \mu_0 I / (2\pi r),$$

$$B = \mu_0 N I / (2\pi r), \quad B = \mu_0 N I / (2R)$$

1

Sähköinen potentiaali tietyssä alueessa on

$$V(x, y, z) = (2.0 \text{ V/m}^2)x^2 + (4.0 \text{ V/m})y + 12 \text{ V}.$$

Pisteet  $A = (3.0 \text{ m}, 2.0 \text{ m}, 0.0 \text{ m})$  ja  $B = (1.0 \text{ m}, 3.0 \text{ m}, 0.0 \text{ m})$  kuuluvat kyseiseen alueeseen.

- Laske sähköisen voiman testivaraukseen  $q = 1.5 \mu\text{C}$  tekemä työ, kun testivaraus siirtyy pisteestä  $A$  pisteeseen  $B$ .
- Laske sähkökenttä pisteessä  $A$ .

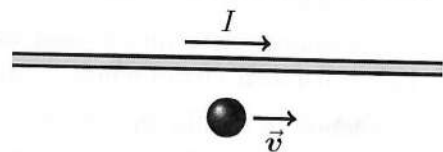
2

Hiilivastusta käytetään ulkolämpötilamittarina kytkemällä se jännitelähteeseen, jonka  $\mathcal{E} = 9.00 \text{ V}$  ja sisäresistanssi  $10.00 \Omega$ . Jännitelähde on sisätilassa vakioämpötilassa. Vastuksen läpi kulkee virta  $18.00 \text{ mA}$ , kun vastuksen lämpötila on  $20.0^\circ\text{C}$ .

- Mikä on vastuksen resistanssi sen ollessa lämpötilassa  $20.0^\circ\text{C}$ ?
  - Mikä on vastuksen resistanssi sen ollessa lämpötilassa  $30.0^\circ\text{C}$ ?
  - Mikä on vastuksen läpi kulkevan virran suuruus vastuksen ollessa lämpötilassa  $30.0^\circ\text{C}$ ?
- Hiilen resistiivisyyden lämpötilakerroin  $\alpha = -0.00050 \text{ K}^{-1}$ .

3

Negatiivinen pistevaraus ( $q = -2.0 \text{ nC}$ ) kulkee pitkän, suoran johtimen vieressä nopeudella, jonka suuruus on  $1.5 \cdot 10^4 \text{ m/s}$  ja suunta on sama kuin johtimessa kulkevan virran ( $I = 1.2 \text{ A}$ ).



- Laske varaukseen kohdistuvan magneettisen voiman suuruus, kun varauksen etäisyys johtimen keskiakselista on  $1.2 \mu\text{m}$ . Voit laskea virtajohtimen aiheuttaman magneettikentän käyttäen valmista kaavaa tai Ampèren lain avulla. (4p)
- Selvitä perustellen varaukseen kohdistuvan voiman suunta. (2p)

4

Ympyränmuotoisen poikkileikkauksen (säde  $1.0 \text{ cm}$ ) omaavassa solenoidissa on  $N = 150$  kierrosta. Solenoidin pituus on  $\ell = 15.0 \text{ cm}$  ja sen sisusta on tyhjä. Solenoidin läpi menevän virran suuruus kasvaa tietyllä ajanhetkellä tahdilla  $dI/dt = 120 \text{ A/s}$ .

- Laske Faradayn lain avulla solenoidiin itseindusoituneen sähkömotorisen voiman (emf) suuruus. Vihje: Solenoidille  $B = \mu_0 n I$ , missä  $n = N/\ell$  on solenoidin kierrostiheys. (4p)
- Laske edellisen kohdan avulla solenoidin itseisinduktanssi  $L$ . (2p).

Valitse jokaisessa kohdassa vain yksi väittämistä A—D. Merkitse vastauspaperiin vastauksesi (muodossa 1.A, 2.A, ...) **kysymysten järjestyksessä**. Jokainen oikea vastaus (1p), väärä vastaus ( $-\frac{1}{4}$ p), ei vastausta (0p). Tehtävän lopulliset pisteet saadaan pyöristämällä pisteet normaalein pyöristyssäännöin kokonaisluvuksi. Koko tehtävästä ei voi saada negatiivisia pisteitä.

**5.1.** Kondensaattori on varattu paristolla jännitteeseen  $V$ , jonka jälkeen **paristo on irrotettu**. Mitä tapahtuu kondensaattorin jännitteelle, kun levyjen väliin työnnetään muovieriste?

- A. Jännite kasvaa.
- B. Jännite pysyy samana.
- C. Jännite pienenee.
- D. Jännitteen muutos riippuu työntövoiman suuruudesta.

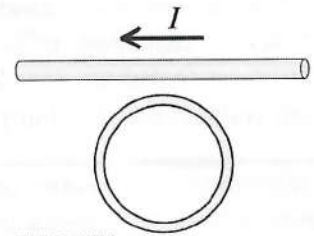
**5.2.** Sähkökentässä oleva positiivinen varaus kokee sähkökentän aiheuttaman voiman  $\vec{F}_E$ . Mihin suuntaan  $\vec{F}_E$  osoittaa?

- A.  $\vec{F}_E$  on sähkökenttäviivan suuntaan.
- B.  $\vec{F}_E$  on kohtisuorassa sähkökenttäviivaa vastaan.
- C.  $\vec{F}_E$  on päinvastaiseen suuntaan kuin mihin sähkökenttäviiva osoittaa.
- D. Mikään kohdista A-C ei kerro oikein  $\vec{F}_E$ :n suuntaa.

**5.3.** Magneettikentässä liikkuva negatiivinen varaus kokee magneettikentän aiheuttaman voiman  $\vec{F}_B$ . Mihin suuntaan  $\vec{F}_B$  osoittaa?

- A.  $\vec{F}_B$  on magneettikenttäviivan suuntaan.
- B.  $\vec{F}_B$  on kohtisuorassa magneettikenttäviivaa vastaan.
- C.  $\vec{F}_B$  on päinvastaiseen suuntaan kuin mihin magneettikenttäviiva osoittaa.
- D. Mikään kohdista A-C ei kerro oikein  $\vec{F}_B$ :n suuntaa.

**5.4.** Pitkän suoran virtajohtimen viereen asetetaan pyöreä johdinsilmukka kuvan mukaisesti. Suoran virtajohtimen virta kulkee vasemmalle ja **virran suuruus kasvaa**. Millainen virta indusoituu johdinsilmukkaan?



- A. Indusoitunut virta on nolla.
- B. Indusoitunut virta on kuvassa myötäpäivään.
- C. Indusoitunut virta on kuvassa vastapäivään.
- D. Indusoituneen virran suunta riippuu virran  $I$  suuruudesta.

**5.5.** Solenoidin sisällä on ferromagneettista materiaalia, jonka magnetisaatio on aluksi nolla. Mitä materiaalin sisällä olevalle magneettikentälle tapahtuu, kun solenoidin **virta  $I$  kasvaa tasaisella vauhdilla** pitkään?

- A. Magneettikenttä kasvaa koko ajan suoraan verrannollisena virtaan  $I$ .
- B. Magneettikenttä kasvaa eksponentiaalisesti verrannollisena virtaan  $I$ .
- C. Magneettikenttä kasvaa ensin nopeammin, mutta kasvu muuttuu lopulta erittäin hitaaksi.
- D. Magneettikenttä ei riipu solenoidin virrasta  $I$  lainkaan.

**5.6.** Kondensaattoria varataan viereisen kuvan piirissä **vakiojännitelähteellä**  $\mathcal{E}$ . Mikä seuraavista lauseista on totta?

- A. Piirin virta pienenee kondensaattorin varauksen kasvaessa.
- B. Piirin virta pysyy koko ajan samana ja on suurempi kuin nolla.
- C. Piirin virta kasvaa kondensaattorin varauksen kasvaessa.
- D. Piirin virta on koko ajan nolla.

