Vastaa valintasi mukaan **neljään tehtävään.**
Palauta vähintään yksi nimelläsi varustettu konsepti. Palauta vastauspaperisi välissä *kaikki* saamasi yliopiston konseptiarkit – myös tyhjät ja suttupaperit. Tehtäväpaperin saat pitää.
Sallittu oheismateriaali: taskulaskin (myös ohjelmoitavat ja graafiset laskimet käyvät).

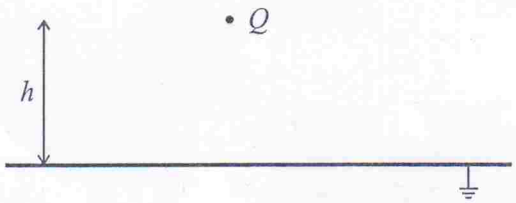
1. Tyhjiössä on sähkökenttä

$$\bar{\mathbf{E}}(\bar{\mathbf{r}}) = (\bar{\mathbf{r}} + \bar{\mathbf{u}}_x 3a)\frac{Q}{2\pi\epsilon_0|\bar{\mathbf{r}} + \bar{\mathbf{u}}_x 3a|^3}.$$

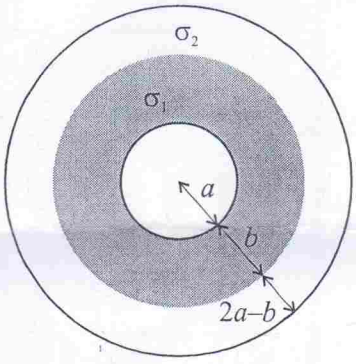
   (a) Mikä on tämän kentän lähde (suuruus ja sijainti)?

   (b) Paljonko työtä tehdään, kun Q:n suuruinen pistevaraus siirretään (annetussa kentässä) x-akselia pitkin pisteestä $x = a$ pisteeseen $x = 2a$?

2. Maadoitetun johdetason yläpuolella ilmassa on korkeudella h pistevaraus Q. Määritä johdetasolle indusoitunut pintavaraustiheys. (Muista kertoa, miten olet valinnut koordinaatiston.)



3. Pallovastuksen täytteenä on b:n paksuudelta johdetta $\sigma_1 = \sigma$ ja $(2a - b)$:n paksuudelta johdetta $\sigma_2 = \sigma/3$. Elektrodien säteet ovat a ja $3a$. Mikä on vastuksen resistanssi?

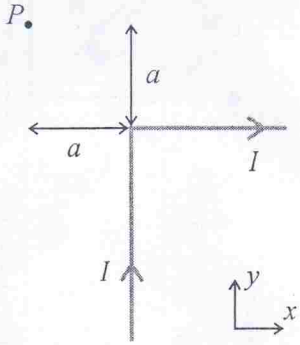


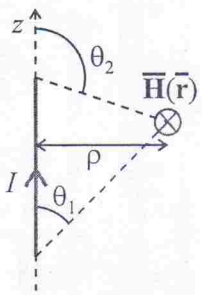
4. Tyhjiössä on (sylinterikoordinaateissa ilmaistu) virtajakautuma

$$\bar{\mathbf{J}}(\bar{\mathbf{r}}) = \begin{cases} \bar{\mathbf{u}}_z \dfrac{I}{a^2}\,\mathrm{e}^{-\rho^2/a^2}, & 0 \le \rho \le a \\ \bar{\mathbf{0}}, & \rho > a. \end{cases}$$

   Määritä virran synnyttämä magneettikenttävektori kaikkialla.

5. Laske magneettikenttä (suuruus ja suunta – huomaa koordinaatisto) kahden puoliäärettömän virtajohtimen muodostaman taitoksen luona pisteessä P.
   Vihje: Äärellisen virtalangan magneettikentän lauseke (katso kuvaa alla)





$$\bar{\mathbf{H}}(\bar{\mathbf{r}}) = \bar{\mathbf{u}}_\varphi \frac{I}{4\pi\rho}(\cos\theta_1 - \cos\theta_2).$$