

Sallittu oheismateriaali: taskulaskin (myös ohjelmoitavat ja graafiset laskimet käyvät) ja oma, ohjeiden mukainen kaavakokoelma.

Palauta laskutehtävät 2 ja 3 eri konsepteilla. Muista palauttaa myös monivalintatehtäväpaperi (tehtävä 1). Palauta kaikki saamasi yliopiston konseptiarkit – myös tyhjät ja suttupaperit. Tämän tehtäväpaperin, kaavakokoelman ja oman kaavakokoelmasi voit pitää.

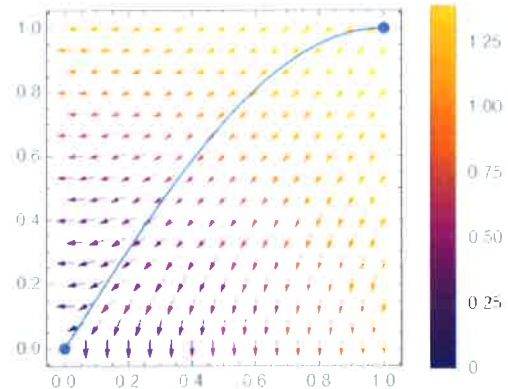
1. Monivalintatehtävä erillisellä paperilla.

Laske tehtävät 2 ja 3 eri papereille!

2. Olkoon sähkökentän voimakkuus

$$\mathbf{E}(x, y) = A(-y\mathbf{u}_x - x\mathbf{u}_y)$$

jossa $A > 0$ on vakio, jonka yksikkö on V/m^2 . Kenttä on oheisen kuvan mukainen, jossa sähkökenttävektori on esitetty nuolilla ja sen amplitudi väreillä, yksikkönä V/m (kun on käytetty $A = 1 V/m^2$). Tehtävän d-kohtaan liittyvä sinikäyrä on myös piirretty kuvaan.



(a) Osoita, että \mathbf{E} voi olla staattinen sähkökenttä.

(b) Paikkariippuvalle skalaarifunktiolle ϕ pätee nollakaava $\nabla \times (\nabla \phi) = 0$. Koska sähköstatiikassa $\nabla \times \mathbf{E} = 0$, sähkökentän voimakkuuden \mathbf{E} voi esittää skalaarifunktion negatiivisena gradienttina seuraavasti:

$$\mathbf{E} = -\nabla \phi$$

Skalaarifunktiota ϕ kutsutaan potentiaaliksi, jonka yksikkö on V . Miksi gradientin edessä on miinusmerkki?

(c) Etsi potentiaalille funktio $\phi(x, y)$ käyttäen ratkaisuyritettä $\phi(x, y) = Ax + By$ siten, että lähteettömässä alueessa toteutuu Laplacen yhtälö $\nabla^2 \phi = 0$ ja seuraavat reunaehdot: koordinaattiakseleilla potentiaali on nolla eli akselit on "maadoitettu", ja pisteessä $(x, y) = (1 \text{ m}, 1 \text{ m})$ potentiaali on $\phi(1 \text{ m}, 1 \text{ m}) = 1 \text{ V}$.

(d) Ulkoinen voima \mathbf{F} kuljettaa positiivista varausta Q origosta (olkoon piste a) käyrää $y = \sin\left(\frac{\pi}{2m}x\right)$ m pitkin pisteeseen $b = (1 \text{ m}, 1 \text{ m})$. Johda kaava tehdylle mekaaniselle työlle W suoraan työn määritelmästä viivaintegraalina

$$W = \int_a^b \mathbf{F} \cdot d\vec{l} = \int_a^b (-Q\mathbf{E}) \cdot d\vec{l}$$

Laske tehtävät 2 ja 3 eri papereille!

3. Kaksi pitkää suoraa virtalankaa sijaitsevat seuraavasti: virta $I_1 = 2 \text{ A}$ kulkee z -akselia pitkin ja toinen virta $I_2 = 1 \text{ A}$ kulkee y -suuntaisesti xy -tasossa kohdassa $x = 2 \text{ m}$.

Laske magneettikentänvoimakkuus (suunta ja suuruus) x -akselilla kohdassa $x = 5 \text{ m}$.

