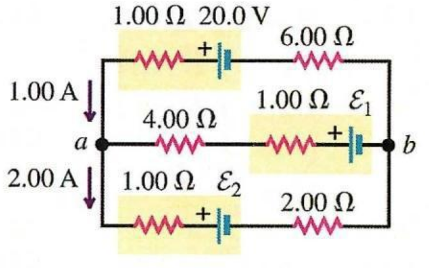
tentti, 5.4.2022

Kokeessa saa käyttää laskinta, joka ei ole ohjelmoitava.

1. Varaus on jakautunut tasaisesti pallomaiseen tilavuuteen: varaustiheys (varaus tilavuutta kohti) on vakio kaikkialla pallossa ja nolla pallon ulkopuolella. Koko pallon varaus on -21.0 nC ja pallon säde on 95.0 mm. Laske *Gaussin lain* avulla varauspallon aiheuttaman sähkökentän suuruus pisteessä, jonka etäisyys keskipisteestä on 35.0 mm. Ilmoita myös sähkökentän suunta.

2. Laske kuvan piiristä paristojen lähdejännitteet (emf) $\mathcal{E}_1$ ja $\mathcal{E}_2$.



3. Tietyssä alueessa sähköinen potentiaali paikan funktiona on

$$640.0\ \mathrm{V/m^2}\ (x^2 - 3y^2 + z^2) + 90.0\ \mathrm{V}.$$

a) Laske sähkökenttä pisteessä $(x, y, z) = (0.250\ \mathrm{m}, 0.250\ \mathrm{m}, 0.250\ \mathrm{m})$. **b)** Kun testivaraus 1.50 μC siirtyy origosta pisteeseen $(0.250\ \mathrm{m}, 0.250\ \mathrm{m}, 0.250\ \mathrm{m})$, laske sähkökentän testivaraukseen tekemä työ.

4. Elektroni liikkuu alueessa, jossa on sekä tasainen sähkö- että magneettikenttä. Eräänä hetkenä elektronin nopeus on $(5.85 \cdot 10^3\ \mathrm{m/s})\ \hat{\boldsymbol{\jmath}}$. Sähkökenttä on $-(4.90 \cdot 10^3\ \mathrm{V/m})\ \hat{\boldsymbol{\imath}}$ ja magneettikenttä on $-(1.35\ \mathrm{T})\ \hat{\boldsymbol{k}}$. Laske elektronin kiihtyvyysvektori. (Gravitaatiota ei tarvitse ottaa huomioon.)

Kaavoja ja vakioita kääntöpuolella!

$\vec{\boldsymbol{F}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{r^2}\,\hat{\boldsymbol{r}}$

$\vec{\boldsymbol{E}} = \frac{\vec{\boldsymbol{F}}_0}{q_0}$

$\vec{\boldsymbol{E}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}\,\hat{\boldsymbol{r}}$

$\vec{\boldsymbol{E}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{dq}{r^2}\,\hat{\boldsymbol{r}}$

$p = qd$

$\vec{\boldsymbol{\tau}} = \vec{\boldsymbol{p}} \times \vec{\boldsymbol{E}}$

$\Phi_E = \int \vec{\boldsymbol{E}} \cdot d\vec{\boldsymbol{A}}$

$\Phi_E = \oint \vec{\boldsymbol{E}} \cdot d\vec{\boldsymbol{A}} = \frac{Q_{\mathrm{encl}}}{\epsilon_0}$

$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{qq_0}{r}$

$V = \frac{U}{q_0}$

$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$

$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\int\frac{dq}{r}$

$V_a - V_b = \int_a^b \vec{\boldsymbol{E}} \cdot d\vec{\boldsymbol{l}}$

$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}$

$E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$

$E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$

$C = \frac{Q}{V_{ab}}$

$C = \epsilon_0\frac{A}{d}$

$U = \frac{Q^2}{2C}$

$u = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$

$C = KC_0$

$\epsilon = K\epsilon_0$

$I = \frac{dQ}{dt}$

$J = \frac{I}{A}$

$\vec{\boldsymbol{J}} = nq\vec{\boldsymbol{v}}_d$

$\vec{\boldsymbol{E}} = \rho\vec{\boldsymbol{J}}$

$R = \frac{\rho L}{A}$

$V = IR$

$P = V_{ab}I$

$\sum I = 0$

$\sum V = 0$

$\tau = RC$

$\vec{\boldsymbol{F}} = q\vec{\boldsymbol{v}} \times \vec{\boldsymbol{B}}$

$\Phi_B = \int \vec{\boldsymbol{B}} \cdot d\vec{\boldsymbol{A}}$

$\oint \vec{\boldsymbol{B}} \cdot d\vec{\boldsymbol{A}} = 0$

$\vec{\boldsymbol{F}} = I\vec{\boldsymbol{l}} \times \vec{\boldsymbol{B}}$

$d\vec{\boldsymbol{F}} = Id\vec{\boldsymbol{l}} \times \vec{\boldsymbol{B}}$

$\vec{\boldsymbol{\tau}} = \vec{\boldsymbol{\mu}} \times \vec{\boldsymbol{B}}$

$\vec{\boldsymbol{\mu}} = NI\vec{\boldsymbol{A}}$

$\vec{\boldsymbol{B}} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{\boldsymbol{v}}\times\hat{\boldsymbol{r}}}{r^2}$

$d\vec{\boldsymbol{B}} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\ d\vec{\boldsymbol{l}}\times\hat{\boldsymbol{r}}}{r^2}$

$\oint \vec{\boldsymbol{B}} \cdot d\vec{\boldsymbol{l}} = \mu_0 I_{\mathrm{encl}}$

$\vec{\boldsymbol{M}} = \frac{\vec{\boldsymbol{\mu}}_{\mathrm{total}}}{V}$

$\vec{\boldsymbol{B}} = \vec{\boldsymbol{B}}_0 + \mu_0\vec{\boldsymbol{M}}$

$\vec{\boldsymbol{B}} = K_m\vec{\boldsymbol{B}}_0$

$\mu = K_m\mu_0$

$\chi_m = K_m - 1$

$\oint \vec{\boldsymbol{B}} \cdot d\vec{\boldsymbol{l}} = \mu_0(i_C + \epsilon_0\frac{d\Phi_E}{dt})_{\mathrm{encl}}$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

$\oint \vec{\boldsymbol{E}} \cdot d\vec{\boldsymbol{l}} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$

$L = \frac{N\Phi_B}{i}$

$\mathcal{E} = -L\frac{di}{dt}$

$U = \frac{1}{2}LI^2$

$u = \frac{B^2}{2\mu_0}$

elektronin massa	$9.1093837015 \cdot 10^{-31}$ kg
alkeisvaraus	$1.602176634 \cdot 10^{-19}$ C
valon nopeus tyhjiössä	$2.99792458 \cdot 10^8$ m/s
tyhjiön permittiivisyys	$\epsilon_0 = 8.8541878128 \cdot 10^{-12}$ F/m
tyhjiön permeabiliteetti	$\mu_0 = 1.25663706212 \cdot 10^{-6}$ Tm/A $\approx 4\pi \cdot 10^{-7}$ Tm/A
pallon tilavuus	$\frac{4}{3}\pi r^3$
pallon ala	$4\pi r^2$
ympyrän ala	πr^2
ympyrän piiri	$2\pi r$