Elektromágneses terek alapjai (VIHVA201) **2014.06.19.**

Név:	Jó:	Javító:
NEPTUN:	Rossz:	
Aláírás:	Σ	

Feladatonként +1, 0 vagy -1 pont szerezhető. Karikázza be a helyes válasz betűjelét! Legalább 5 kérdésre választ kell adni és legalább 4 pontot el kell érni.

1. Egy levegőben lévő igen hosszú, 10 cm sugarú töltött fémhenger tengelyétől 20 cm távolságban a potenciál 35 V. Utóbbit a fémhengerrel egytengelyű, 1 m sugarú ekvipotenciális hengerfelületre vonatkoztatjuk. Határozza meg a potenciált a tengelytől 2 m távolságban!

   a) 81,3 V b) −15,1 V c) 21,5 V d) nem lehet

2. Síkkondenzátor szigetelése két, a lemezekkel párhuzamos rétegből áll. Az egyes lemezek felszíne 350 cm^2. A szigetelőrétegek vastagsága $d_1 = 2$ cm és $d_2 = 1$ cm, permittivitásuk $\varepsilon_1 = 3\varepsilon_0$ ill. $\varepsilon_2 = 4\varepsilon_0$. Határozza meg a kondenzátor kapacitását!

   a) 170,4 pF b) 37,2 pF c) 0,34 nF d) 33,8 pF

3. Homogén vezetőanyagból készült, igen hosszú, 3 mm átmérőjű hengeres vezeték hosszegységre eső ellenállása $9 \cdot 10^{-3}\,\Omega$/m. A vezetékben 3 A egyenáram folyik. Adja meg a vezető felszínén a Poynting-vektor felületre merőleges komponensének nagyságát!

   a) 4,3 W/m^2 b) 8,6 W/m^2 c) 0 d) 17,2 W/m^2

4. Az elektrodinamika melyik részterületéhez sorolná *leginkább* a következő feladatot? „Egy vezetékpárban nagyfrekvenciás váltakozó áram folyik (a geometria, az anyagjellemzők és a frekvencia adva van). Meghatározandó a vezetékpár hosszegységre eső ellenállása (R')."

   a) stacionárius áramlás b) kvázi-stacionárius terek
   c) távvezetékek elmélete d) magnetosztatika

5. Egy közegben $\varepsilon_r = 3$, $\mu_r = 1$, $\sigma = 0{,}1$ S/m. Mekkora az ebben terjedő 10 MHz frekvenciájú síkhullám csillapítási tényezője?

   a) 1,97 m^{-1} b) 113°/m c) 363 km^{-1} d) 0,209 m^{-1}

6. Két egyforma, egymáshoz közel lévő, nagy menetszámú, légmagos tekercs kölcsönös indukciós együtthatójának nagyságát kell meghatározni a következő két mérésből: Ha az egyik tekercsen 3 A egyenáram folyik, míg a másikon 0, akkor a mágneses térben tárolt energia 35 mJ. Ha mindkét tekercsen 3 A áram folyik, akkor a mágneses tér energiája 95 mJ.

   a) 5,56 mH b) 13,3 mH c) 2,78 mH d) 6,67 mH

7. Egy adott vonatkoztatási rendszerben, a tér egy tartományában az elektromos térerősség és a mágneses indukció közelítőleg homogén, vektoruk megegyező irányú, nagyságuk $B = 250$ mT illetve $E = 3$ V/m. Mekkora elektromos térerősséget tapasztal az a *mozgó megfigyelő*, amelyik az indukcióvonalakra merőleges irányban 25 m/s sebességgel egyenletesen halad?

   a) 9,25 V/m b) 4,57 V/m c) 3,25 V/m d) 6,93 V/m

8. Egy 70 Ω hullámimpedanciájú ideális, légszigetelésű távvezeték bemenetére szinuszos feszültséggenerátor, a végére pedig egy 50 Ω-os ellenállás csatlakozik, amelyen a feszültség amplitúdója 100 V. Határozza meg a vezeték mentén fellépő maximális feszültségamplitúdót! (Megjegyzés: a vezeték hossza több mint negyed hullámhossznyi.)

   a) 140 V b) 100 V c) 200 V d) 120 V

9. Egy $\varepsilon_r = 3$ dielektromos állandójú ideális szigetelőben síkhullám terjed. A Poynting-vektor időbeli átlagának nagysága $2 \cdot 10^{-3}$ W/m^2. Számítsa ki az elektromos térerősség amplitúdóját!

   a) 1,23 V/m b) 0,66 V/m c) 0,87 V/m d) 0,93 V/m

10. Két Hertz-dipólus van a Descartes koordináta-rendszer $(0, -a, 0)$ illetve $(0, a, 0)$ pontjában. A közeg levegő. Mindkét dipólus z irányú, továbbá azonos amplitúdójú, azonos kezdőfázisú, f frekvenciájú szinuszos áram táplálja őket. Az elektromos térerősség amplitúdója az $(R, 0, 0)$ pontban E_0 értékű ($R \gg c/f$ valamint $R \gg a$ teljesül). Fejezze ki az elektromos térerősség amplitúdóját a $(0, R, 0)$ pontban a megadott paraméterekkel!

    a) $E_0|\cos(\pi f a/c)|$ b) $2E_0|\sin(2\pi f a/c)|$ c) $E_0|\cos(2\pi f a/c)|$ d) 0

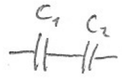
1) $\varphi(r) = \frac{Q}{2\pi\varepsilon} \cdot \ln\frac{r_0}{r} \rightarrow \varphi(r) = \varphi_0 \cdot \ln\frac{r_0}{r}$ $\qquad r_0 = 1m$

$\varphi(0.2) = 35\,V$

$$\varphi(2) = \varphi(0.2) \cdot \frac{\ln\frac{1}{2}}{\ln\frac{1}{0.2}} = \underline{\underline{-15.07\,V}}$$

2)

$$C = \frac{\varepsilon \cdot A}{d} \rightarrow C_1 = \frac{\varepsilon_1 \cdot A}{d_1} = 46.48\,pF$$
$$\rightarrow C_2 = \frac{\varepsilon_2 \cdot A}{d_2} = 123.96\,pF$$



$$C_\Sigma = C_1 \times C_2 = \underline{\underline{33.8\,pF}}$$

3)

$$P = R \cdot I^2 \rightarrow P' = R' \cdot I^2 \cdot l$$

$$S = \frac{P}{A} = \frac{R' \cdot I^2 \cdot l}{2r\pi \cdot l} = \frac{R' \cdot I^2}{2r\pi} = \underline{\underline{8.5944\,\frac{W}{m^2}}}$$

Magyarázat: ha az elektrosztatikai alapismereteid alapján kezdesz számolni, sehova sem jutsz mivel E radiális, H pedig tangenciális irányú, így $S = E \times H$ a felülettel párhuzamos lesz. Ez azonban csak a vezetékben felhalmozódott töltés tere, a felületre merőleges komponenst a töltésvándorlás adja.

$$\vec{J} \parallel \vec{I} \rightarrow \vec{E} = \frac{\vec{J}}{\sigma} \parallel \vec{I}$$

4)

5) $\gamma = \sqrt{j\omega\mu(\sigma + j\omega\varepsilon)} = \sqrt{4.894 \cdot e^{j1.584}} = 1.941 + 2j$

$\gamma = \alpha + j\beta \rightarrow \alpha = Re\{\gamma\} = \underline{\underline{1.941\,\frac{1}{m}}}$

6)

$$W = L_1 \cdot I_1^2 \cdot \frac{1}{2} + L_{12} \cdot I_1 I_2 + \frac{1}{2} \cdot L_2 \cdot I_2^2$$

$L_1 = L_2$

a) $I_1 = 3A$
$I_2 = \emptyset A$ $\rightarrow L_1 = L_2 = 7.\dot{7}\,mH$
$W = 35\,mJ$

b) $I_1 = I_2 = 3A$
$W = 95\,mJ \rightarrow \underline{\underline{L_{12} = 2.78\,mH}}$

7, $E = 3\frac{V}{m}$

$B = 250\,mT$

$v = 25\frac{m}{s}$

$E_{indukált} = v \times B = 25 \cdot 0.25 = 6.25\frac{V}{m}$

$E \perp E_i \rightarrow |E_\Sigma| = \sqrt{3^2 + 6.25^2} = \underline{6.9327\frac{V}{m}}$

8, $r = \frac{Z_2 - Z_0}{Z_2 + Z_0} = -\frac{1}{6}$

$U_2 = U_2^+ + U_2^+ \cdot r \rightarrow U_2^+ = \frac{U_2}{1+r} = 120\,V$

$|U_{max}| = (1+|r|)|U_2^+| = \underline{140\,V}$

9, $\hat{S} = \frac{1}{2}(E \times H)$ $\quad S = E \times H$

$\Downarrow$

$S_{max} = 4\frac{mW}{m^2}$

$Z_0 = \sqrt{\frac{\mu}{\varepsilon}} = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0 \varepsilon_r}} = 217.5\,\Omega$

$S = \frac{E^2}{Z_0} \Rightarrow E = \sqrt{S \cdot Z_0} = 0.9327\frac{V}{m}$

10, A két hullám $(R, \emptyset, \emptyset)$-ba fázisban érkezik meg $\rightarrow E_0 = E_{max}$

$(\emptyset, R, \emptyset)$-nál destruktív interferencia lép fel, $E_0 \cdot |\cos(\Delta\varphi)| = E_0 \cdot |\cos(\frac{2\pi d}{\lambda})| = E_0 \cdot |\cos(\frac{2\pi f \cdot d}{c})|$

$E(r) = E_0' \cdot e^{-j\beta r}$

Sajnos $d = 2a$ szóval ez így helytelen...