

EÐL401G og RAF402G Rafsegulfræði 1

Sjúkra- og upptökupróf í júní 2009.

Leyfileg hjálpargögn eru skriffæri, hringfari og kennslubókin: „Field and Wave Electromagnetics“ eftir David K. Cheng. Engar reiknivélar.

Vægi verkefnanna er jafnt. Skrifid skýrt og greinilega allar útleiðslur með hnitmiðudum stuttum skýringum þar sem það á við. Öll verkefni eru lögð fyrir á íslensku og ensku.

1. **Íslenska:** Punkteind með hleðslu Q er í fjarlægð d frá óendanlegri kjörleiðandi sléttu sem haldið er við spennu V_0 .

- (a) Finnið rafstöðumættið $V(x, y, z)$.
- (b) Finnið kraftinn milli punkthleðslunnar og sléttunnar.

English: A point particle with charge Q is placed at a distance d from an infinite conducting plane that is held at voltage V_0 .

- (a) Find the electrostatic potential $V(x, y, z)$.
- (b) Find the force between the point charge and the plane.

2. **Íslenska:** Afsneiddum „Keilulaga efnisbúti“ er lýst í kúlunhitum með

$$R_1 \leq R \leq R_2, \quad \text{og} \quad 0 \leq \theta \leq \theta_0.$$

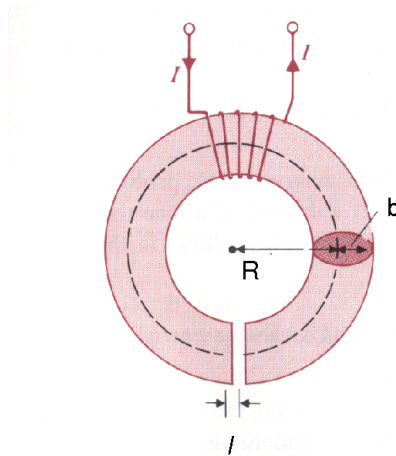
Finið viðnámið milli R_1 og R_2 yfirborðanna ef eðlisleiðni efnisins er lýst með $\sigma(R) = \sigma_0 R_1/R$.

English: A truncated “conical block” of material defined in spherical coordinates by

$$R_1 \leq R \leq R_2, \quad \text{and} \quad 0 \leq \theta \leq \theta_0.$$

Determine the resistance between the R_1 and the R_2 surface if the conductivity of the material is described by $\sigma(R) = \sigma_0 R_1/R$.

3. **Íslenska:** Gegnheill járnkjarni með lögun hjólflöts og segulsvörunarstuðul μ_r hefur meðalgeisla R og hringlaga þversnið með geisla b . Í kjarnanum er geil með lengd ℓ_g . Straumur I flæðir um N -vafninga um kjarnann og leiðir til segulflæðis Φ um hann.



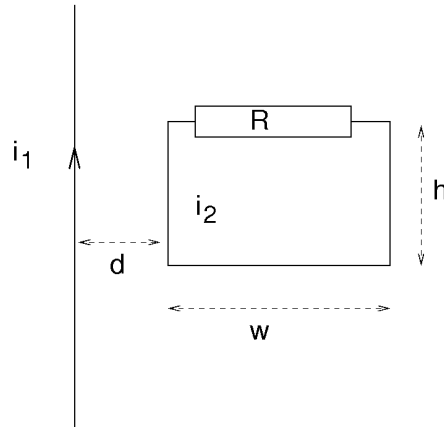
Ef ekkert flæði lekur út fyrir kjarnann og notandi meðallengd kjarnans, reiknið

- segulviðnám geilarinnar og segulviðnám járnkjarnans,
- B_g og H_g í geilinni, og B_c og H_c í kjarnanum,
- strauminn sem þarf til að viðhalda segulflæðinu.

English: A toroidal iron core with relative permeability μ_r has mean radius R and a circular cross section with radius b . The toroidal is not complete, but has air gap with length ℓ_g . A current I flows in an N -turn winding around the toroidal to produce a magnetic flux Φ . Neglecting flux leakage and using the mean path length, find

- the reluctance of the air gap and of the iron core,
- B_g and H_g in the air gap, and B_c and H_c in the iron core,
- the required current to maintain the flux.

4. **Íslenska:** Rétthyrnd leiðarlykkja með breidd w og hæð h er staðsett nærri löngum leiðara eins og myndin sýnir.



Langi leiðarinn ber tímaháðan straum $i_1 = i_0 \exp \{-(\gamma t)^2\}$.

- (a) Lykkjan hefur spanstuðul L . Finnið spanaða strauminn i_2 í henni.
- (b) Reiknið orkuna sem eyðist í viðnáminu R .

Hér er leyfilegt skila lausn sem heildi.

English: A rectangular loop of width w and height h is situated near a very long wire as the figure shows. The long wire carries a time-dependent current $i_1 = i_0 \exp \{-(\gamma t)^2\}$.

- (a) Find the induced current i_2 in the rectangular loop whose self-inductance is L .
- (b) Find the energy dissipated in the resistance R .

Here, an answer can be expressed as an integral.

Dæmi aðeins fyrir EÐL401G (nema í raunvísindadeild)

5. **Íslenska:** Lárétt raftvískaut með lengd $d\ell$ er í hæð d yfir kjörleiðandi jörð. Lotubundinn straumur er um tvískautið með styrk I_0 í stefnu y -áss. Finnið útbreiðslumynstrið í xy -sléttu, xz -sléttu og yz -sléttu. Rissið upp mynstrin þegar $d = \lambda/2$.

English: Horizontal electrical dipole of length $d\ell$ is placed in the height d above a perfect conducting earth. The dipole carries a time-harmonic current with intensity I_0 in the direction of the y -axis. Find its radiation pattern functions in the xy -plane, the xz -plane, and the yz -plane. Sketch the patterns for the case $d = \lambda/2$.

Dæmi aðeins fyrir RAF402G (verkfræðinema)

6. **Íslenska:** Fæðilína er tapslaus og hefur bylgjuviðnámið $Z_0 = 100 \Omega$, sem er raunviðnám. Gerum enn fremur ráð fyrir bylgjuhraði eftir línunni sé jafn hraða ljóssins, $3 \cdot 10^8$ m/s. Lengd línunnar, L , er 300 m.
- (a) Línan er opin (ótengd) við annan endann. Við hinn enda línunnar er tengdur 90 V jafnspennugjafi gegnum 200Ω viðnám við tímann $t = 0$ og við þetta breiðist spenna og straumur út eftir línunni. Teiknið dreifingu straums eftir lengd línunnar við tímann $t = 2.5$ míkrosekúndur, sýnið straumgildin sem þar koma fyrir og stefnu straumsins á hverjum stað.
 - (b) Nú er óþekkt álagsviðnám (samviðnám) tengt við þann enda línunnar sem áður var ótengdur. Við hinn endann er tengdur sínusspennugjafi. Mælt útslag sínusspennunnar á línunni fer minnkandi þegar fjær er farið frá álagsviðnáminu og nær lágmarkinu 5 V í 1 m fjarlægð frá álagsviðnáminu. Þegar enn lengra er farið frá álagsviðnáminu hækkar spennan aftur og nær hámarkinu 15 V í 3 m fjarlægð frá álagsviðnáminu. Finnið standbylgjuhlutfallið S og endurkastsstuðulinn Γ (bæði lengd og horn). Notið Smith kort til að áætla álagsviðnámið (raunviðnám og launviðnám) og sýnið hvernig það er ákvarðað á Smith kortinu.

English: A transmission line is lossless and has the characteristic impedance $Z_0 = 100 \Omega$, which is resistive. Assume that the propagation speed along the line is equal to the speed of light, $3 \cdot 10^8$ m/s. The length of the line, L , is 300 m.

- (a) The transmission line is open circuited (unconnected) at one end. A 90 V DC voltage source is connected to the line at the other end through a 200Ω resistor at time $t = 0$, which results in voltage and current propagating along the line. Draw the current distribution along the line at time $t = 2.5$ microseconds, show the current values that occur on the line and the current directions at that instance.
- (b) Now an unknown load impedance is connected to the transmission line end that was previously unconnected. A sine wave generator is connected to the other end. The measured sinusoidal voltage decreases at increasing distance from the load and reaches the minimum of 5 V at 1 m distance from the load impedance. Beyond this the voltage increases again and reaches the maximum of 15 V at 3 m distance from the load. Find the standing wave ratio, S , and the reflection coefficient Γ (both magnitude and angle). Use a Smith chart to estimate the load impedance (resistance and reactance), and show how this is determined on the Smith chart.

