

## 09.21.21 Eðlisfræði 2 V

Laugardaginn 5. maí 2007, kl. 09:00-12:00.

**Leyfileg hjálpargögn eru skriffæri og reiknivélar. Grafískar reiknivélar skulu núllstilltar í upphafi prófs.**

Vægi allra 7 verkefna er jafnt. Með prófinu fylgir jöfnusafn. Skrifðu skýrt og greinilega allar útleiðslur með hnitmiðuðum stuttum skýringum þar sem það á við. Öll dæmin eru lögð fyrir á íslensku og ensku.

1. **Íslenska:** Einangrandi efnishella af þykkt  $2d$  er með fram- og bakhlið samsíða  $yz$ -sléttu staðsettar í  $x = -d$  and  $x = +d$ . Við getum hugsað okkur helluna óendanlega í  $y$ - og  $z$ -stefnur. Hellan er með einsleita jákvæða hleðslu  $\rho$ .
  - (a) Útskýrið hvers vegna rafsviðið vegna hellunnar hverfur í henni miðri ( $x = 0$ ).
  - (b) Beitið lögmáli Gauss til að finna rafsvið hellunnar (stærð og stefnu) í öllum punktum rúmsins
  - (c) Reiknið rafsvið hellunnar ef hleðsludreifingu hennar væri breytt í  $\rho(x) = \rho_0(x/d)^2$ , þar sem  $\rho_0$  er jákvæður fasti.

**English:** A slab of insulating material has the thickness  $2d$  and is oriented so that its faces are parallel to the  $yz$ -plane and given by the planes  $x = -d$  and  $x = +d$ . The  $y$ - and the  $z$ - dimensions are very large compared to  $d$  and may be treated as essentially infinite. The slab has a uniform positive charge density  $\rho$ .

- (a) Explain why the electric field due to the slab is zero at the center of the slab ( $x = 0$ ).
- (b) Using Gauss's law, find the electric field due to the slab (magnitude and direction) at all points in space.
- (c) Calculate the electric field caused by the slab if the charge density is given by  $\rho(x) = \rho_0(x/d)^2$ , where  $\rho_0$  is a positive constant.

2. **Íslenska:** Kúlulagaður regndropi með geisla  $a_0$  ber hleðslu  $-q_0$  jafndreifða um rúmmál hans.

- (a) Hver er rafspennan við yfirborð dropans?
- (b) Tveir eins regndropar, hvor um sig eins og sá sem lýst er í (a)-lið, sameinast í einn stærri dropa. Hver er geisli hans, og hver er rafspennan við yfirborð hans ef hleðslan er jafndreifð.

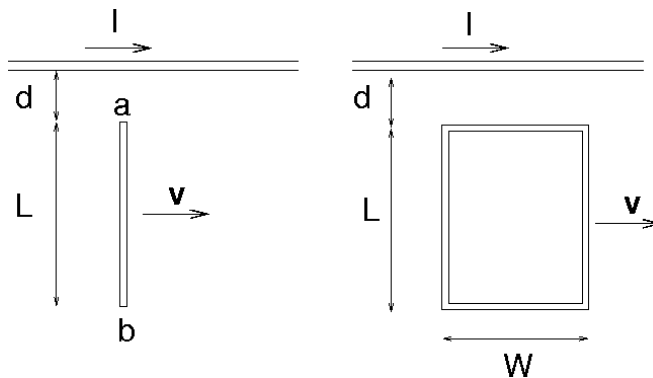
**English:** A spherical raindrop of radius  $a_0$  carries a charge  $-q_0$  uniformly distributed over its volume.

- (a) What is the potential at the surface of the raindrop?
- (b) Two identical raindrops, each with radius and charge specified in (a), collide and merge into one larger raindrop. What is the radius of this larger drop, and what is the potential at its surface, if its charge is uniformly distributed over its volume?

3. **Íslenska:** Þú ert ráð-in/inn til kvikmyndafyrirtækis sem brelluverkfræðingur. Handrit myndarinnar sem þú vinnur að gerir ráð fyrir að ferningslagaður fáni, sem venjulega hangir beint niður af láréttri stöng, liftist upp í horn  $\phi_0$  miðað við lóðlínu og haldist þar, rétt eins og af yfirnáttúrulegum völdum. Til þess að útfæra þessa brellu setur þú upp einsleitt segulvið  $\mathbf{B}_0$  beint upp samsíða lóðlínu og þræðir vír eftir jaðri fánans. Þegar vírinn er tengdur við spennugjafa flæðir straumur um hann og fáninn „liftist“. Hliðlengd fánans er  $a$  og massinn er  $m$ . Hve mikinn straum þarf til þess að fáninn liftist upp í hornið  $\phi_0$ ?

**English:** You have landed a job in the movie industry as a special effects engineer. The script of the movie to which you have been assigned calls for a square flag, which ordinarily hangs straight down from a horizontal flagpole, to swing up and hang at an angle  $\phi_0$  from the vertical as though lifted by a ghostly wind. To create this effect, you set up a uniform, vertically upward magnetic field  $\mathbf{B}_0$  and run a wire around the entire perimeter of the flag. When you connect the wire to a voltage source, a current flows in the wire and the flag “levitates”. The flag has the side length  $a$  and the mass  $m$ . Determine how much current must flow in order for the flag to hang at the desired angle.

4. **Íslenska:** Langur beinn vír ber fastan straum  $I$ . Málmstöng með lengd  $L$  hreyfist með föstum hraða  $v$ . Punktur  $a$  er í fjarlægð  $d$  frá vírnum.

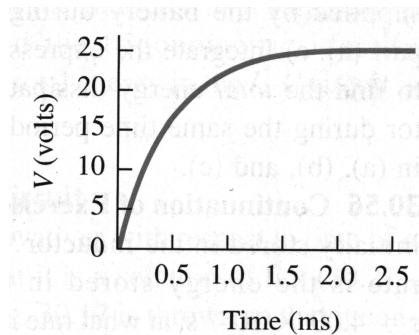


- Reiknið íspennuna sem spanast í stönginni.
- Hvor endinn  $a$  eða  $b$ , er með hærri spennu?
- Ef í stað stangarinnar væri sett rétthyrnd lykkja með viðnám  $R$  hvaða straumur spanaðist í henni?

**English:** The long straight wire carries a constant current  $I$ . A metal bar with length  $L$  is moving at constant velocity  $v$ . Point  $a$  is a distance  $d$  from the wire

- Calculate the emf induced in the bar.
- Which point,  $a$  or  $b$ , is at higher potential?
- If the bar is replaced by a rectangular wire loop of resistance  $R$  what is the magnitude of the current induced in the loop?

5. **Íslenska:** Til þess að kanna spólu með óþekktan spanstuðul og innra viðnám er hún raðtengd við 25.0-V rafgeymi og 150-Ω viðnám. Síðan er sveiflusjá tengd yfir einn þessara íhluta rásarinnar til þess að mæla spennuna yfir hann sem fall af tíma. Niðurstöður mælingarinnar eru á myndinni.

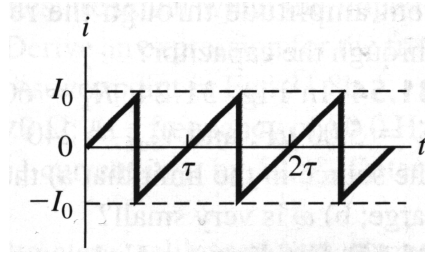


- Yfir hvaða íhlut rásarinnar er sveiflusjain tengd (spólu eða viðnám)? Hvers vegna?
- Finnið spanstuðul og innra viðnám spólunnar.
- Rissið mynd af spennu sem fall af tíma yfir hinn íhlut rásarinnar (viðnámið eða spóluna).

**English:** While studying a coil of unknown inductance and internal resistance, you connect it in series with a 25.0-V battery and a 150-Ω resistor. You then place an oscilloscope across one of these circuit elements and use it to measure the voltage across the element as a function time. The result is shown in the figure.

- Across which circuit element (coil or resistor) is the oscilloscope connected? How do you know this?
- Find the inductance and the internal resistance of the coil.
- Sketch the voltage versus time you would observe if you put the oscilloscope across the other circuit element (resistor or coil).

6. **Íslenska:** Straumurinn í vissri rás er fall af tíma eins og myndin sýnir.



Finnið meðalgildi straumsins og ferningsmeðaltal hans (virkt gildi) sem fall af  $I_0$ .

**English:** The current in a certain circuit varies with time as shown in the figure.

Find the average current and the rms current in terms of  $I_0$ .

7. **Íslenska:** Hver þarf brotstuðull gegnsærrar kúlu að vera til þess að samsíða geislar frá óendanlega fjarlægum ljósgjafa safnist saman í brennipunkti í kúluyfirborðinu gagnstætt blettinum á kúlunni sem geislinn kemur inn um.

**English:** What should be the index of refraction of a transparent sphere in order for paraxial rays from an infinitely distant object to be brought to a focus at the vertex of the surface opposite the point of incidence?