

Háskóli Íslands
Raunvísindadeild
Námsbraut í eðlisfræði

EÐL101G Eðlisfræði B

Föstudaginn 2. desember 2022, kl. 09:00-12:00.

Lokapróf. Kennari: Viðar Guðmundsson.

Leyfileg hjálpargögn eru skriffæri, tölvur, öll prentuð og skrifuð gögn á pappír eða rafrænum ham, vafrar, vasareiknivélar, algebru- og grafíkforrit.

Í prófinu eru 5 verkefni sem öll vega jafnt. Leysa þarf fjögur þeirra. Skrifðu skýrt og greinilega allar útleiðslur með hnitmiðuðum stuttum skýringum þar sem það á við. Öll verkefni eru lögð fyrir á íslensku og ensku.

- Nemandi má ekki þiggja aðstoð frá öðrum en kennara námskeiðsins.
- Nemendur mega koma með fyrirspurnir á tölvupóstfangið `vidar@hi.is`.
- Ekki má sýna neinum prófverkefnið eða dreifa því meðan á prófinu stendur.
- Nemendur mega ekki hafa neitt samband sín á milli meðan á prófinu stendur.
- Aðeins má nota þau hjálpargögn sem tiltekin eru á prófblaði.
- Ef úrlausn er ekki skilað þá fær nemandi fallelinkunn.

Ég geri mér grein fyrir því að kennari hefur fullan rétt til þess að fresta einkunnar-gjöf um óákveðinn tíma og krefja mig skýringa á úrlausn minni síðar, ef hann grunar að ég hafi ekki fylgt reglum um próftöku.

Ég skil að brot á reglum Háskóla Íslands getur haft í för með sér þung viðurlög eins og fall í námskeiði, en einnig áminningu eða brottvikningu úr skóla, tímabundið eða fyrir fullt og allt.

Kennari treystir nemanda til þess að fylgja öllum reglum, vanda úrlausn sína, leggja sig allan fram og láta sér ekki til hugar koma að svindla á prófinu. Með skil á úrlausn undirgengst nemandi þessi skilyrði.

1. **Íslenska:** Óendanleg slétt þynna úr einangrandi efni liggur í $x - y$ -sléttu kartíks hnitakerfis. Þynnan ber einsleitan jafnan flatarhleðsluþéttleika σ . Í þynnuna er skorið út disklega gat með miðju $(0, 0, 0)$ og geisla a .

- (a) Finnið rafsviðið í punktinum $(0, 0, h)$.
- (b) Hvert er rafsviðið í miðju gatsins $(0, 0, 0)$? Hvernig má rökstyðja þá niðurstöðu án reikninga?
- (c) Hver er aðfellulausin fyrir rafsviðið í $(0, 0, h)$ þegar $h \gg a$? Hvernig getum við skilið það svar?

Hér getur verið heppilegt að muna að rafsegulfræðin í tómarúmi er línuleg og við höfum reiknað rafsviðið yfir miðju hlaðins disks og yfir óendanlegri jafnhlaðinni sléttu.

English: Infinite thin plane insulator lies in the $x - y$ -plane of a cartesian coordinate system. The insulator carries a two-dimensional charge density σ . In the insulator is cut a circular hole with center at $(0, 0, 0)$ and radius a .

- (a) Determine the electrical field in the point $(0, 0, h)$.
- (b) What is the electrical field in the center of the hole at $(0, 0, 0)$? How can that answer be justified without calculations?
- (c) What is the asymptotic electric field in $(0, 0, h)$ when $h \gg a$? How can we understand that answer?

Here, it can be convenient to remember that electrodynamics in a classical vacuum is linear, and we have evaluated the electric field above the center of a charged disk, and above an infinite homogeneously charged plane.

2. **Íslenska:** Læknar beita æðavíkkun til að lagfæra blóðflæði í mikilvægum æðum. Hve mikið þarf að víkka geisla æðar til að tífalda flæðið um hana?

English: Medical doctors use angioplasty to enhance blood flow through important arteries. How much has the radius of an artery to be increased in order to increase the blood flow through it 10 times?

3. **Íslenska:** Þétt og einangrandi flát inniheldur 0.630 mól af lofti. Í gasinu snýst vegna áhrifa ytra segulsviðs járnstautur með massa 50 g og snúningsorku 60 J. Slökkt er á segulhrærunni þegar gasið er við 25 °C.

- (a) Hvert er jafnvæghitastig kerfisins þegar járnstauturinn hefur stöðvast vegna loftviðnáms?
- (b) Metið hversu mikið óreiða kerfisins hefur breyst frá því að slökkt var á hrærunni og þar til stauturinn hefur stöðvast.

Einu áhrif ytra segulsviðsins hér eru hreyfiorka járnstautsins.

English: Tight and insulating container holds 0.630 mol of air. An iron bar with mass 50 g is stirring the air. It is driven by an external magnetic field. The kinetic energy of the stirring bar is 60 J when it is turned off with the air at 25 °C.

- (a) What is the equilibrium temperature of the system when the iron bar has come to rest due to air resistance?
- (b) Estimate the change in the entropy of the system.

The only influence of the magnetic field here is the kinetic energy of the stirring bar.

4. **Íslenska:** Til þess að gangsetja stóra bílvél í vissum tilvikum þarf 9.00 kJ af orku.

- (a) Reiknið rýmd þéttis sem þyrfti til að geyma orkuna við 12.0 V.
- (b) Hvers vegna er þessi lausn venjulega ekki valin, og hvað er gert í staðinn?

English: To start a large car engine under certain conditions 9.00 kJ of energy are needed.

- (a) Calculate the capacitance of a capacitor needed to store this energy at 12.0 V.
- (b) Why is this solution usually not selected, and what is done instead?

5. **Íslenska:** Þunn einangrandi hringlaga lykkja með jafna línuhleðslu λ snýst með fastri hornferð ω um ás þvert á flöt lykkjunnar í gegnum miðju hennar. Finnið segulsviðið í miðri lykkjunni, stefnu og styrk þess.

English: Thin insulating circular loop carries a homogeneous line charge λ . The loop rotates with a constant angular speed ω around an axis that is perpendicular to the plane of the loop, and passes through the center of the loop. Find the magnetic field at the center of the loop, its direction and strength.