

Háskóli Íslands
Raunvísindadeild
Námsbraut í eðlisfræði

EÐL101G Eðlisfræði B

Þriðjudaginn 7. desember 2021, kl. 13:30-16:30.
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 fallelkunn.

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:** Straumur flæðir í \hat{j} -átt eftir óendanlegum ofurþunnum sléttum kjörleiðara sem liggur í x - y -sléttu kartísku hnitakerfi. Straumbéttleikinn í leiðaranum \mathbf{J} er fastur með mælieiningu (A/m).

- (a) Finnið segulsviðið \mathbf{B} sitthvorum megin leiðarans.
- (b) Finnið mælieininguna fyrir B samkvæmt liðnum á undan. Er hún rétt fyrir segulsvið?
- (c) Hvers vegna er mælieining \mathbf{J} (A/m)?

Rétt eins og skautuð yfirborðshleðsla á kjörleiðara er mikilvæg til að skilja hegðun ytra rafsviðs innan og utan hans í jafnvægi er skautaður yfirborðsstraumur nauðsynlegur til að skilja hegðun ytra segulsviðs innan og utan hans í sístæðu ástandi. Til viðbótar geta síðan áhrif flókninna seguleiginleika efnisins flækt myndina.

English: Current flows in the \hat{j} -direction along an infinite very thin ideal conductor lying in the x - y -plane of a cartesian coordinate system. The current density in the conductor \mathbf{J} is constant with units (A/m).

- (a) Find the magnetic field \mathbf{B} on either side of the conductor.
- (b) Find the measurement unit for B according to the item above. Is it correct for a magnetic field?
- (c) Why is the measurement unit for \mathbf{J} (A/m)?

Just as polarized surface charge on an ideal conductor is important to understand the properties of an external electric field in- and outside it in equilibrium surface current density is necessary to understand the properties of an external magnetic field in and outside it in a steady state. In addition complex magnetic properties of the material can influence that picture.

2. **Íslenska:** Hver væri minnsta vinna ísskáps til að færa varmann 50 J á hring innan úr skápnum sem er við $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ yfir í umhverfi hans við $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Rökstyððið svarið.

English: What is the lowest possible work needed to extract the heat of 50 J per cycle from the inside of a freezer at $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ to its environment at $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Give arguments for the answer.

3. **Íslenska:** Hugsum okkur hring Carnots eins og honum er lýst á mynd 4.12 í kennslubókinni.

- (a) Hver er óreiðubreyting heita geymisins?
- (b) Hver er óreiðubreyting kalda geymisins?
- (c) Hver er óreiðubreyting alheimsins?
- (d) Hvað er sérstakt við vél Carnots miðað við aðrar varmavélar?

English: We imagine the Carnot cycle as it is described in Figure 4.12 in the text book.

- (a) What is the entropy change of the hot reservoir?
- (b) What is the entropy change of the cold reservoir?
- (c) What is the entropy change in the universe?
- (d) What is particular about the Carnot engine compared to other heat engines?

4. **Íslenska:** Við yfirborð sérhvers kjörleiðara í jafnvægi gildir um styrk rafsviðsins rétt utan hans að $E = \sigma/\epsilon_0$.

- (a) Sýnið að þetta jaðarskilyrði rafsviðsins sé í samræmi við að rafsviðið sé $E = kQ/R^2$ við yfirborð kjörleiðandi kúlu með geisla R .
- (b) Hvers vegna skautast yfirborðshleðsla á óhlöðnum kjörleiðurum í ytra rafsviði?

English: Just outside the surface of each ideal conductor in equilibrium we have for the strength of the electric field that $E = \sigma/\epsilon_0$.

- (a) Show that this boundary condition for the electric field is consistent with the fact that the electric field at the surface of an ideally conduction sphere of radius R is $E = kQ/R^2$.
- (b) Why does an external electric field polarize surface charge on a charge neutral perfect conductor?

5. **Íslenska:** Beinn ofurleiðari með þversniðsgeisla $a = 0.25$ cm ber straum $I = 100$ A. Finnið segulsviðið \mathbf{B} rétt við yfirborð leiðarans. Munið að tilgreina stefnu segulsviðsins miðað við stefnu straumsins.

English: Straight superconductor with cross sectional radius $a = 0.25$ cm carries a current $I = 100$ A. Find the magnetic field \mathbf{B} just outside the conductor. Remember to determine the direction of the magnetic field relative to the direction of the current.