



Rafbók



Rafmagnsfræði

Kafli 13 Segulmagn

Rafmagnsfræði Kafli 13 Segulmagn

Þetta hefti er án endurgjalds á rafbókinni.

www.rafbok.is

Allir rafiðnaðarmenn og rafiðnaðarnemar geta fengið aðgang án endurgjalds að rafbókinni.

Höfundur er Eggert Gautur Gunnarsson

Umbrot: Ísleifur Árni Jakobsson

Heimilt er að afrita textann til fræðslu í skólum sem reknir eru fyrir opinbert fé án leyfis höfundar eða Rafmenntar, fræðsluseturs rafiðnaðarins. Hvers konar sala á textanum í heild eða að hluta til er óheimil nema að fengnu leyfi höfundar og Rafmenntar.

Vinsamlegast sendið leiðréttingar og athugasemdir til höfundar eða til Báru Laxdal Halldórsdóttur á netfangið bara@rafmennt.is

Rafmagnsfræði Kafli 13 Segulmagn

Efnisyfirlit

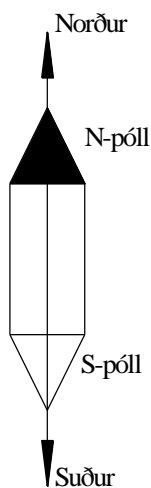
13. Segulmagn.....	3
Markmið	3
Inngangur	3
Síseglar	4
Grunnseglull.....	5
Segulefni.....	5
Segulkraftar	7
Segulsvið	8
Segulkraftlínustraumur, segulkraftlínupéttleiki	9
Skerming segulsviðs.....	11
Skeifusegull.....	12
Æfingadæmi í 13. kafla.....	13

13. Segulmagn

Markmið

Í þessum kafla munum við læra um fyrirbærið segulmagn. Við lærum um náttúrulega segla, sísegla og hvað er átt við með minnstu einingu seguls. Við lærum um segulefni og hvað gerist í þeim þegar þau segulmagnast eða seglast. Við lærum um seguláhrif eða segulkrafta á milli segla og segulsviða og hugtökin segulkraftlínur, segulkraftlínustraum og segulþéttleika. Í lokin er farið lítillega í hugtakið skermun og talað um áhrif loftbils í skeifusegli.

Inngangur



Mynd 13.1

Segulmagn er heiti á fyrirbærum, sem eru tengd seglum og aðdráttareiginleikum þeirra. Með segli er átt við hlut, sem getur dregið til sín segulefni yfir ákveðna vegalengd. Segulefni eru t.d. járn, nikkel og kóbolt og blöndur úr þeim. Efni sem segulmagnast ekki eru t.d. kopar, silfur, loft o.fl. Efni sem segulmagnast ekki geta flutt seguláhrif en ekki eins vel og segulefnin.

Segull, sem er hengdur upp þannig að hann geti snúist, tekur þá stöðu, að annar endinn bendir í norður og hinn í suður (áttaviti). Endinn sem bendir í norður er kallaður norðurlpóll og hinn endinn suðurlpóll, mynd 13.1.

Menn lærðu tiltölulega fljótt að notfæra sér eiginleika segulmagnsins. Það hefur þá verið í sambandi við „galdrasteina“, steina, sem innihéldu mikið járn og voru segulmagnaðir frá náttúrunnar hendi. Það er ekki útilokað, að forfeður okkar hafi siglt eftir áttavita þegar á níundu öld.

Rafmagnsfræði Kafli 13 Segulmagn

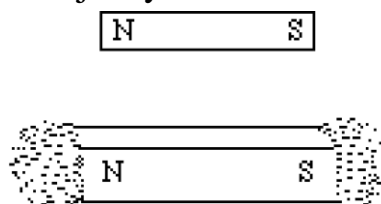
Járnauðuga málma, svo sem járnsegulstein, köllum við náttúrasegla.

Suma hluti er hægt að segulmagna, þ.e.a.s. þeir verða sjálfir seglar, ef þeir verða fyrir áhrifum frá seglum. Slíka segla köllum við tilbúna segla eða oftast sísegla.

Síseglar

Segulefni, járn eða stál, sem hefur verið segulmagnað á einhvern hátt heldur seguleiginleikunum og kallast sísegull. Það eru til ýmsar aðferðir til að búa til sísegla eða til að segulmagna efni. Um það verður rætt í kafla 14. Hér má nefna að járn getur segulmagnast við það að komast í snertingu við segul. Þú getur t.d. prófað að taka skrúfjárn og strjúka það með segli nokkrum sinnum í sömu átt. Við það segulmagnast skrúfjárníð og við getum látið skrúfur loða við oddinn.

Seguláhrif eru sterkust við póla sísegla. Einföld tilraun sýnir þetta. Við veltum stangarsegli í hrúgu af smánöglum. Þegar við tökum hann upp loða naglarnir við enda segulsins og aðeins meðfram endum hans en ekki við miðjuna. Sjá mynd 13.2.



Mynd 13.2

Rafmagnsfræði Kafli 13 Segulmagn

Grunnseglull

Ef við tökum sísegul og skiptum honum niður í tvo hluta, mynd 13.3, fáum við nýjan segul með suður- og norðurpól.



Mynd 13.3

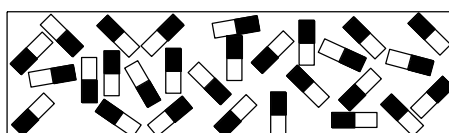
Minnsti segull, sem hægt er að hugsa sér, er sameindarsegullinn eða grunnsegulinn, eins og við munum kalla hann hér.

Útilokað er að skipta grunnseglinum og því er ekki mögulegt að fá fram segul með aðeins norðurpól eða aðeins suðurpól.

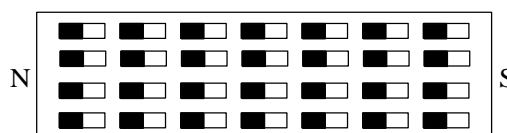
Segull hefur því ávallt norður- og suðurpól, og í því sambandi er oft talað um pólpar, sem er táknað með bókstafnum p .

Segulefni

Í ósegulmögnuðu járnstykki, mynd 13.4, er lega grunnseglanna óregluleg og þeir upphefja því áhrif hvers annars. Járnstykkið hefur því engin seguláhrif á umhverfið.



Mynd 13.4



Mynd 13.5

Með því að láta ósegulmagnað járnstykki verða fyrir segul áhrifum, verður járnstykkið segulmagnað, að minnsta kosti um stundarsakir.

Rafmagnsfræði Kafi 13 Segulmagn

Þetta má útskýra þannig að seguláhrifin raða grunnseglunum í segulefninu í raðir, þannig að þeir vinni saman. Sjá mynd 13.5. Eftir því sem fleiri grunnseglar taka sömu stefnu verða seguláhrifin meiri. Þegar allir grunnseglarnir hafa tekið sömu stefnu er talað um segulmettun, þ.e.a.s. það er ekki hægt að segulmagna efnið meira.

Milli grunnseglanna er aftur á móti mótstöðukraftur, sem reynir að hindra þá í að snúa sér. Þennan mótstöðukraft eða tregðu köllum við segultregðu. Segultregða er breytileg eftir efnum.

Í sambandi við segulefni er talað um deig efni annars vegar og hörð efni hins vegar. Deigt járn (3-4% kísill) er tiltölulega auðvelt að segulmagna, en það missir að mestu segulmagnið, þegar segulmögnunarkrafturinn er fjarlægður. Það hefur m.ö.o. litla segultregðu. Deigt járn er mikið notað í rafvélum.

Hart járn (stálblöndur) er erfiðara að segulmagna, en það heldur betur í sér segulmagninu, þegar segulmögnunarkrafturinn er fjarlægður. Það hefur m.ö.o. mikla segultregðu. Hart segulefni er notað í sísegla.

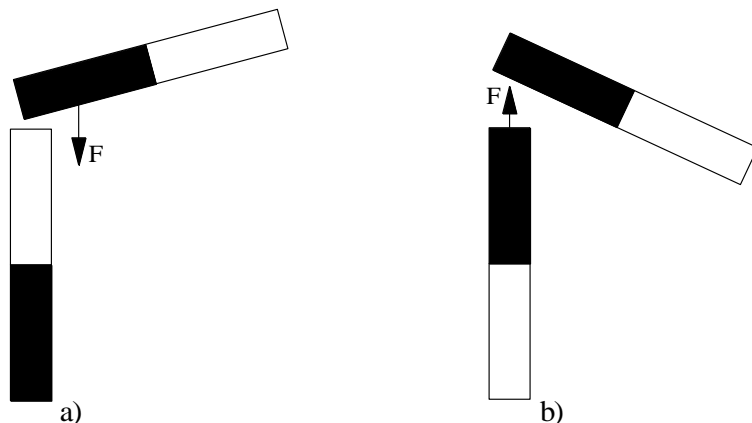
Með segulleifum er átt við það segulmagn, sem er eftir í járnstykki, þegar segulmögnunarkrafturinn er fjarlægður.

Rafmagnsfræði Kafli 13 Segulmagn

Segulkraftar

Kraftáhrif milli segla getum við fundið með einfaldri tilraun.

Ef við setjum suðurpólinn á stangarsegli, sem er óhreyfanlegur, að norðurpól stangarseguls, sem getur snúist, sést að ósamkynja pólar dragast hvor að öðrum, sjá mynd 13.6a.



Mynd 13.6

Við það að setja norðurpól fasta segulsins að norðurpól þess hreyfanlega, sést að samkynja pólar hrinda hvor öðrum frá sér, mynd 13.6b.

Samkynja pólar hrinda hvor öðrum frá sér.

Ósamkynja pólar dragast hvor að öðrum.

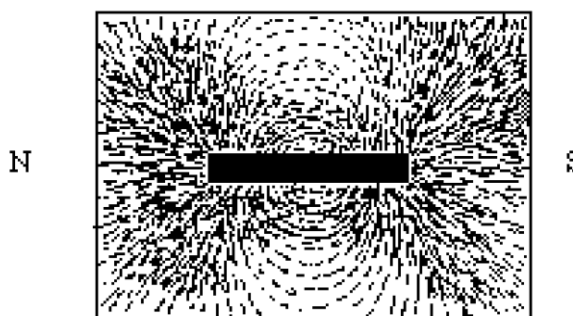
Rafmagnsfræði Kafli 13 Segulmagn

Segulsvið

Við skulum nú taka stangarsegul og staðsetja hann undir pappaplötu, strá járnsvarfi á plötuna og banka léttilega í hana. Árangurinn sést á mynd 13.7.

Járnsvarfið raðar sér á reglulegan hátt og myndar línur umhverfis segulinn. Það eru seguláhrifin frá seglinum, sem hafa raðað járnögnunum og svarfið er þéttast við enda segulsins og þar hljóta áhrifin að vera mest.

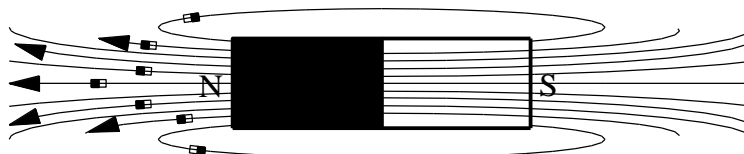
Tilraunin sýnir, að segulkraftar hafa áhrif í ákveðna fjarlægð frá seglinum, og þessi áhrif köllum við segulsvið. Segulsvið er þar sem vart verður við segulkrafta.



Mynd 13.7

Á mynd 13.8 er segulinn teiknaður og í stað svarfsins höfum við teiknað línur til að tákna segulsviðið.

Línurnar köllum við segulkraftlínur. Við sjáum á myndinni að þær eru þéttastar við enda segulsins þar sem segulsviðið er sterkast. Þær dreifast síðan og leita yfir í gagnstæðan pól.



Mynd 13.8

Rafmagnsfræði Kafi 13 Segulmagn

Segulkraftlínustraumur, segulkraftlínuþéttleiki

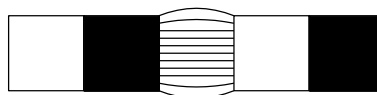
Við skulum setja áttavita inn í segulsviðið á mynd 13.8. Nál áttavitans sýnir stefnu sviðsins og við segjum að það stefni frá norðri til suðurs.

Á mynd 13.8 merkjum við líka stefnu segulsviðsins með örvaroddum á strikálínurnar, sem við munum kalla segulkraftlínustraum eða bara segulkraftlínur.

Kraftlínumyndin gefur til kynna á einfaldan hátt útbreiðslu segulsviðsins, þ.e. stefnu og styrk. (Sviðslínurnar eru þéttastar þar sem sviðið er sterkast).

Við sjáum einnig, að kraftlínurnar mynda lokaða segulrás. Þær liggja út frá norðarpól segulsins, beygja og dreifast á leið sinni gegnum loftið, leita síðan til suðarpólsins og safnast þar saman, fylgja síðan járninu aftur til norðarpólsins. Rásin bítur í skottið á sjálfri sér, hún er lokuð.

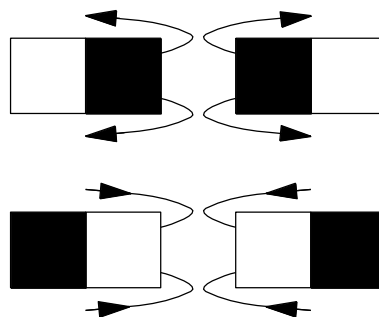
Ósamkynja pólur dragast hvor að öðrum eins og áður sagði. Mynd 13.9 sýnir hvernig sviðslínurnar haga sér milli ósamkynja póla. Milli póla verður segulsvið, sem stefnir að suðarpólnum og reynir þar með að draga seglana hvorn að öðrum.



Mynd 13.9

Rafmagnsfræði Kafli 13 Segulmagn

Samkynja pólar hrinda hvor öðrum frá sér. Mynd 13.10 sýnir hvernig sviðslínurnar haga sér milli samkynja póla. Sviðslínurnar milli póla beygja og ýta þar með seglunum í sundur.



Mynd 13.10

Heildarfjöldi segulkraftlína, sem fer í gegnum ákveðinn flöt hornrétt á kraftlínustefnuna, kallast seglukraftlínustraumur, eða aðeins kraftlínustraumur. Kraftlínufjöldann á flatareiningu köllum við kraftlínupéttleika.

Kraftlínupéttleikann táknum við með B og mælum hann í weber á fermetra (Wb/m^2).

Kraftlínustraumurinn er táknaður með Φ og mældur í weber (Wb). Mælieiningin er líka tesla (T).

Mælieiningin fyrir flötinn er fermetri (m^2) og hann er táknaður með A .

Samhengi þessara þátta má setja fram með eftirfarandi formúlu:

$$\Phi = B \cdot A \quad (13.1)$$

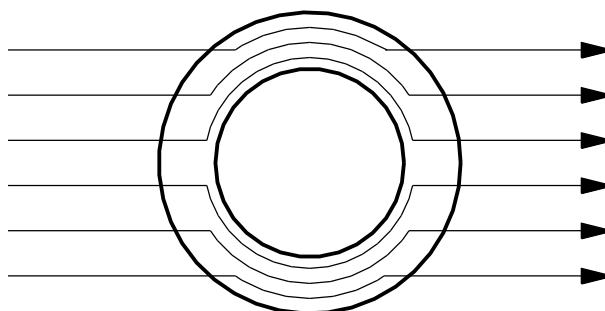
Eða sagt með orðum: Segulkraftlínustraumurinn er kraftlínupéttleikinn sinnum flöturinn sem hann streymir í gegnum.

Rafmagnsfræði Kafli 13 Segulmagn

Skerming segulsviðs

Segulsvið er allt í kringum okkur. Það stafar af segulsviði jarðarinnar, það kemur frá hátíðniútsendingum og raflínum. Stundum er þörf á að losna við seguláhrif. Það er hægt að gera með því að setja viðkomandi stað eða hlut inn í járnbúr eða svokallaðan skerm sem er gerður úr neti úr járnþráðum.

Til að skilja hvernig skermingin virkar skulum við skoða mynd 13.11 en þar höfum við lagt járnhring inn í segulsvið, sem er táknað með segulkraftlínum. Járníð leiðir segulsviðið miklu betur en loftið inni í hringnum og því fara segulkraftlínurnar eftir járninu og svæðið inni í hringnum verður laust við seguláhrif. Járnhringurinn virkar sem skermur.



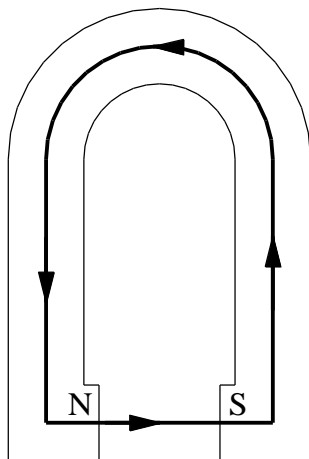
Mynd 13.11

Á sama hátt og rafstraumurinn velur kraftlínustraumurinn auðveldustu leiðina, þá sem hefur minnst viðnám.

Öll efni leiða segulkraftlínur, en misvel. Járn leiðir kraftlínustraum mörg þúsund sinnum betur en loft, og deigt járn leiðir betur en stál. Í áhöldum og vélum, þar sem segulsvið er notað, gegnir járn mikilvægu hlutverki sem leiðir fyrir segulkraftlínustraum.

Rafmagnsfræði Kafli 13 Segulmagn

Skeifusegull



Mynd 13.12

Stangarsegull, sem er beygður í skeifu, er kallaður skeifusegull. Stefna kraftlínustraumsins er sýnd á mynd 13.12. Við skulum nú breyta bilinu milli enda skeifusegulsins. Það sýnir sig að kraftlínustraumurinn minnkar mikið, þegar bilið eykst. Sviðslínurnar liggja heldur ekki eins vel samsíða þegar bilið verður stærra. Við tölum um dreifingu segulkraftlínanna.

Þegar seglar eru notaðir í áhöldum og vélum er mikilvægt að hafa loftbil eins lítil og mögulegt er. Í rafvélum er loftbil milli póla vélarinnar og snúðsins. Það er nauðsynlegt, til þess að snúðurinn geti snúist.

Rafmagnsfræði Kafi 13 Segulmagn

Æfingadæmi í 13. kafla

13.1

Hvað er áttavitanál?

13.2

Hvað gerist í segulefnum þegar þau segulmagnast?

13.3

Hvernig hljóðar lögmálið um kraftáhrif milli segla?

13.4

Hvað er grunnsegull?

13.5

Hvað er átt við með segulleifum?

13.6

Hvað er átt við með því, að segull sé mettaður?

13.7

Berðu saman deigt járn og stál við seglun og afseglun.

13.8

Hvað er segultregða?

13.9

Hvaða stefnu hafa segulkraftlínur?

13.10

Hvernig er hægt að leiða segulkraftlínur eftir ákveðnum brautum?

13.11

Hvers vegna er yfirleitt talað um pólpar?

13.12

Hvers vegna verður ekki vart seguláhrifa um miðbik stangarseguls?

13.13

Hvað er segulsvið? Hvernig er hægt að fullvissa sig um að segulsvið sé fyrir hendi, t.d. í rafmótor?

13.14

Teiknaðu stangarsegul. Sýndu pólana og segulsviðið. Útskýrðu segulkraftlínustrauminn.

Rafmagnsfræði Kafli 13 Segulmagn

13.15

Skrifaðu formúlu kraftlínustraumsins og útskýrðu hana.

13.16

Hvað er átt við með kraftlínustraumi, Φ , í rafvél?

13.17

Hvers vegna er leitast við að hafa sem allra minnst loftbil í rafvélum?