

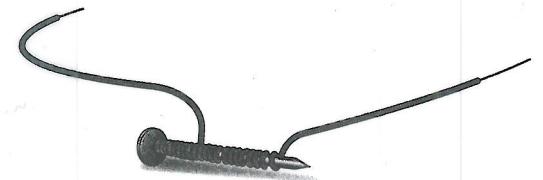
Nagli

Bréfaklemma

60 cm vír – taka 2 cm framan af einangruninni

Vefðu vírnum utan um naglann eins þétt og þú getur. Skildu u.p.b. 8 cm eftir í hvorn enda. Sjá mynd 4.2. Leggðu nú endana upp að sinnhvorum enda rafhlöðu (+ og -). Sjá mynd 4.3. Beindu naglanum að bréfaklemmu og athugaðu hvort eitthvað gerist nú. Einhver hreyfing ætti að eiga sér stað.

Figure 4.2



Athugaðu hvort þú hafið breytt naglanum í segul.

Legðu norður eða suðurpól seguls upp að öðrum hvorum enda naglans og athugaðu hvað gerist. Nú ættirðu að finna annað hvort aðráttar- eða fráhrindikrafa.

Festu enda vírsins við rafhlöðuna með límbandi (svo þú þarfir ekki að halda þeim) og legðu hvítt blað yfir. Settu járnsvarf yfir blaðið eins og þú gerðir með segulinn. Hvernig munstur kemur?

Figure 4.3

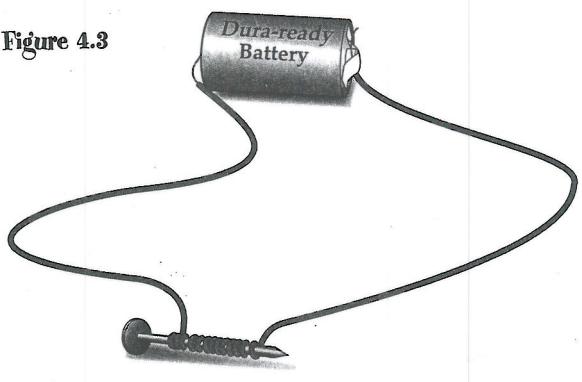
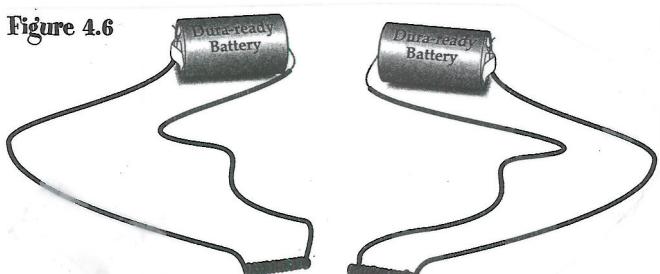


Figure 4.6



Coils exert a force on each other

Prófaðu líka að leggja two nagla vafða í vír og tengda í rafhlöðu upp að hvor öðrum. Sjá mynd 4.6. Hafa þeir áhrif á hvorn annan?

Ef vírarnir hafa áhrif á hvorn annan ættum við að sjá krafta verka á milli vírana þar sem rafstraumi hefur verið hleypt á. Við vitum líka að vírarnir sem eru vafðir á naglann haga sér eins og segull þegar rafstraumi er hleypt í gegn. Ef við hefðum meiri straum myndi vírvafningurinn verka sem segull án naglans.

Dura-ready  
Battery

Figure 4.4



You get attraction at one end and repulsion at the other

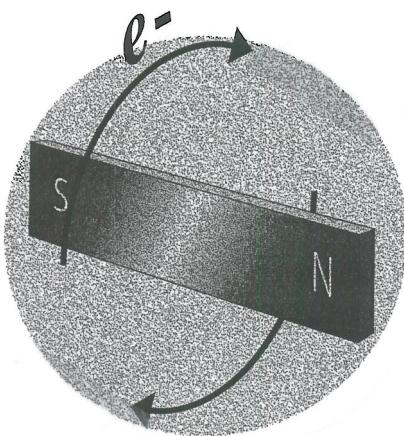
Prófaðu að fjarlægja vírinn af naglanum. Athugaðu hvort naglinn hegðar sér enn eins og segull. Ef svo er skaltu berja naglann til. Athuga hvort hann dragi enn að sér bréfaklemmur o.fl. eftir að þú hefur laminn hann til.

Ef þú tækir lítinn segul og myndir berja hann til eins og naglann heldurðu að örlög hans yrðu bau sömu og naglans?

### Hvernig tengjast rafmagn og segull?

Þegar við skoðum líkanið fyrir rafmagn og segul kemur í ljós að þetta er ekkert annað en rafstraumar. Með öðrum orðum, rafmagn og segull er sama fyrirbærið!

Figure 4.7



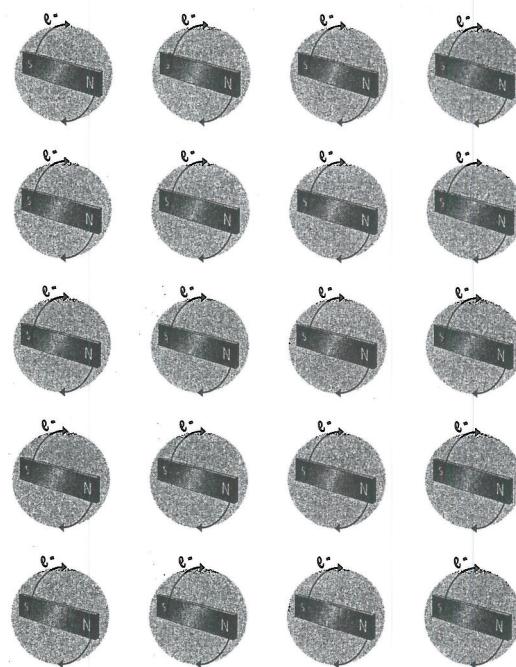
Til að skilja hvernig seglar hegða sér þurfum við að fara alveg niður í frumeindina. Mundu að þær eru samansettar úr rafeindum, róteindum og nifteindum. Ef við ímyndum okkur rafeindir streyma hringi í kringum kjarna frumeindar hafa þær rafstrauð en rafstraumur er ekkert annað en rafeindir á hreyfingu. Rafstraumur sem fer í hringi hegðar sér alveg eins og segull eins og við sjáum á vírnum sem vafinn er um naglann. Hver og ein frumeind hegðar sér sem sagt eins og segull með suðurpól og norðurpól. Sjá mynd 4.7.

Hvernig stendur þá á því að allir hlutir hegði sér ekki eins og segull þar sem allt efni er gert úr frumeindum? Til að efni séu segulvirk þurfa flestar rafeindirnar í frumeindinni að ferðast í sömu stefnu og raðast í sömu stefnu. Sjá mynd 4.8.

Í flestum efnum snúa frumeindirnar í mismunandi stefnum. Þar af leiðandi verður ekkert úr þessum seguláhrifum. Sjá mynd 4.9.

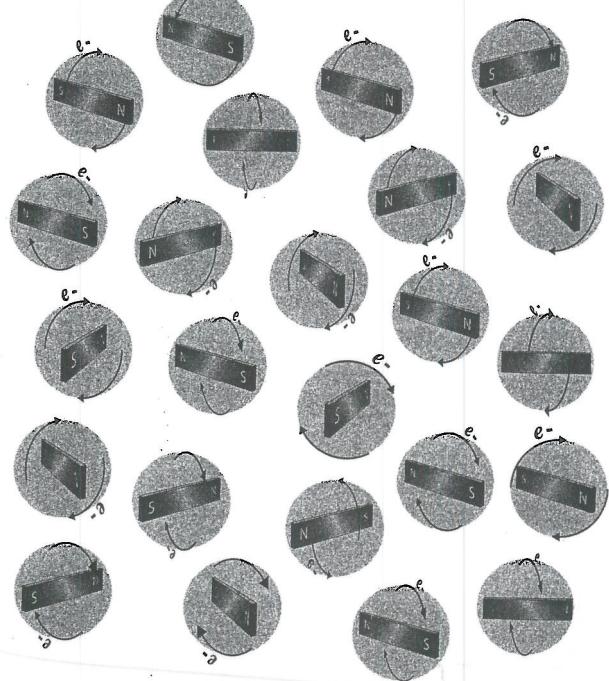
Reyndar er það svo að rafeindirnar fara ekki hringi í kringum kjarnann. Við vitum það af því að ef rafeindir færðu bara hring eftir hring (eins og jörðin í kringum sólinu) myndu þær geisla frá sér orku mjög hratt og falla svo saman inn í kjarnann á frumeindinni. Ef það myndi gerast myndi jörðin falla inn í sjálfa sig á mjög stuttum tíma. En þar

Figure 4.8



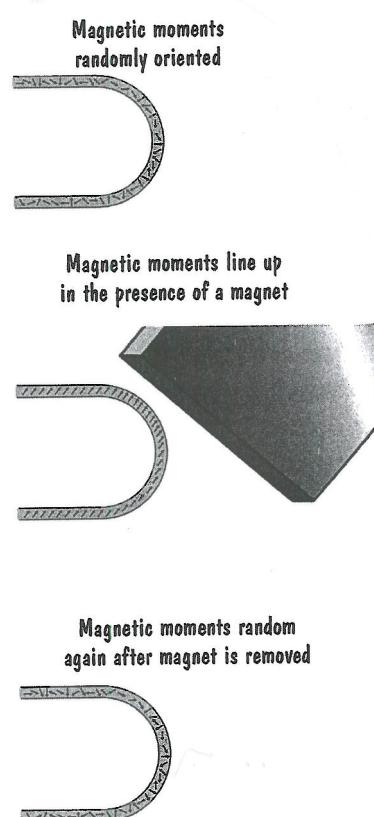
sem það hefur ekki gerst er óhætt að segja að rafeindir fara ekki hringi í kringum kjarnann. Það er í rauninni ekki vitað hvernig rafeindir nákvæmlega hreyfa sig en það líkan sem útskýrir þessa hreyfingu best er að rafeindirnar hreyfist í einhvers konar skýi og svo er fundið út með stærðfræðilegum útreikningum hvar mestu líkurnar eru á hvar rafeindirnar eru.

Figure 4.9



Í varanlegum segli eru raðast frumeindirnar þannig að þær myndi segul og þær haldast þannig. Þeim mun fullkomnari sem uppröðunin er þeim mun sterkari er segullinn. Styrkur segulsins fer líka segulstærð einstakra frumeinda. Meiri styrkur, öflugri segull. Sum efni eiga erfitt með að verða segulmögnuð og er skýringin sú að segulstyrkur innan frumeinda er mjög líttill eða jafnvel enginn. Sama hversu vel frumeindunum væri raðað upp í ákveðna stefnu að þá hefði það lítil eða engin áhrif á að hluturinn yrði segulmagnaður.

Figure 4.12



Þegar þú leggur segulinn upp að bréfaklemmu raðast frumeindirnar í bréfaklemmunni í sömu átt og segulinn. Bréfklemman hegðar sér nú eins og segull. Um leið og þú tekur segulinn frá fara frumeindirnar aftur í óreglulegar áttir. Sjá mynd 4.12.

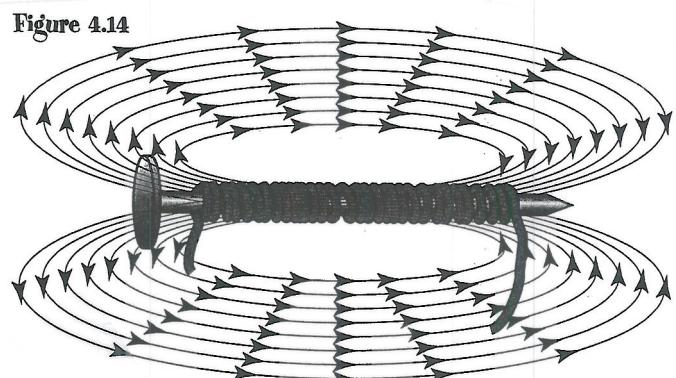
Af hverju dregur segull ekki hvaða hlut sem er að sér? Ástæðan er sú að annað hvort eru kraftarnir veikir í frumeindunum eða frumeindirnar raðast ekki upp í sömu stefnu.

Þegar við vefjum vír í hringi og hleypum straumi á myndast segulsvið eins og þú sást þegar þú dreifðir járnsvarfinu yfir. Þegar vírinn er vafinn utan um naglann hefur segulsviðið áhrif á naglann þ.e. að frumeindirnar raðast upp í sömu stefnu. Samanlagt aukast áhrifin og

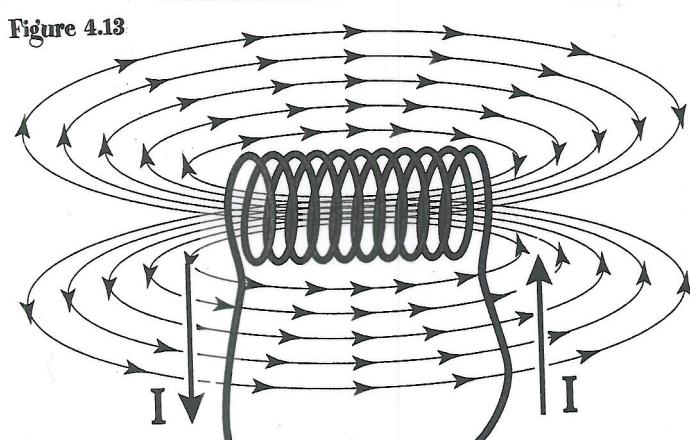
því myndast mun sterkara segulsvið heldur en ef vírinn væri án naglans. Sjá mynd 4.14.

Ef naglinn er enn segulmagnaður eftir að hafa verið fjarlægður frá vírnum er það vegna þess að frumeindirnar halda enn stefnu sinni ólíkt bréfaklemmunum sem breyttu strax um stefnu. Ef þú berð naglann til þá hristirðu upp í frumeindunum og þær eru aftur komnar í óreglulega stefnu. Það sama myndi gerast ef þú tækir varanlegan segul og lemdir hann til. Þú getur líka eyðilagt segul með því að hita hann. Varminn kemur frumeindunum á meiri hreyfingu og ruglar því stefnu þeirra. En það er alltaf möguleiki á að laga segulinn með því að setja hann í mjög sterkt segulsvið.

Þegar við skoðuðum segul sem búið var að taka í sundur sáum við að segullinn hafði enn suður- og norðurpól. Nú þegar við áttum okkur á því að í segli er hver og ein frumeind segull sjáum við af hverju við getum aldrei einangrað pólana. Það byrfti að taka frumeindina í sundur til að fá eingöngu suður- eða norðurpól. Það hefur engum tekist að einangra pól jafnvel með þó svo mönnum hafi tekist að taka frumeind í sundur. Ef þér tekst að einangra pól bíða nóbelsverðlaunin eftir þér ;)



Magnetic field lines from a nail wrapped in a coil carrying an electrical current



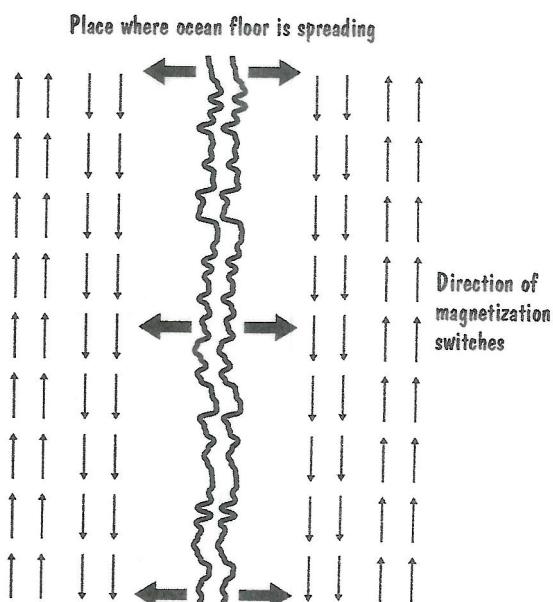
Magnetic field lines from a coil carrying an electrical current

## Applications

1. You can create your own compass without much trouble. Get a sewing needle, a cork, a pan of water, and a bar magnet. Slowly stroke the needle with the magnet, making sure you always use either the north or south pole of the magnet only and that you stroke in the same direction. This causes the magnetic moments in the needle to line up in one direction, so that the needle itself is now a magnet. Then place the needle on top of the cork and place the cork in the pan of water so it floats. The needle will now rotate until it's lined up with the Earth's magnetic field.
2. You already know that the Earth has its own magnetic field, but did you know that the direction of the Earth's magnetic field has changed in the past? In other words, what now is the Earth's north magnetic pole used to be the Earth's south magnetic. How do we know that? We have to combine a bit of Earth science with what we know about magnetism. One of the best accepted models in Earth science is that of plate tectonics, which basically says that large plates in the Earth's crust slowly move across one another and into one another. One part of this model is that there are places in the

ocean where new crust is created and then spreads out in different directions. This is called, strangely enough, "sea floor spreading." If you take samples from the ocean floor leading away from one of the places where the floor is spreading, you will find materials that are magnetized in one direction, then another, as shown in Figure 4.28. The interpretation of these results is that the Earth's crust contains materials that, during formation, have been magnetized by the Earth's magnetic field. Because the direction of magnetization abruptly changes, we infer that the direction of the Earth's magnetic field changed abruptly in the past, and has done so as many as 25 times. And no, we don't understand the mechanism behind these reversals.

Figure 4.28



3. Many kinds of metal will become magnetized when you place them in a magnetic field for a long period of time. Screwdrivers often become magnetized and will attract screws when you use them to work on automobiles, because car engines contain strong magnets. A less obvious example is that metal filing cabinets left in one place in a room for a while become magnetized. To see that this is true, find a filing cabinet that's been in the same place for a long time. Place a compass near one of the bottom corners of the cabinet, and slowly move the compass up, along the edge, to the top of the cabinet. The compass will rotate through 180 degrees as you do this, indicating that the filing cabinet is magnetized, with a north and south pole. Why is this the case? Because over a long period of time, the magnetic moments in the metal have lined up with the Earth's magnetic field, leaving the cabinet itself magnetized.

4. The Earth has a natural light show known as the aurora borealis, or northern lights. This light show occurs in the northern latitudes during periods of increased solar activity. Here's what happens. At times the Sun has big ol' storms that send out a stream of charged particles toward the Earth. When these charged particles reach the Earth's magnetic field, they feel a force. The nature of this force (due to that strange thing called a cross product and that trick called the right-hand rule) is that charged particles moving parallel to the magnetic field lines don't feel any force, and those moving perpendicular to the field lines feel a force that makes them move in circles. The end result is that the charged particles from the Sun spiral in along the Earth's magnetic field lines. Because of the shape of these lines, the particles are funneled in toward the north and south magnetic poles of the Earth. When these particles interact with the Earth's atmosphere, they produce all sorts of pretty colors in the sky. So, we get light shows near both the North and South Poles. Uh yeah, I guess that means there are southern lights as well as northern lights!
  
6. Sometimes it's nice to be able to turn a magnet on and off. One example is when using a magnet on a crane to lift scrap metal from one place and deposit it in another place. To let the scrap metal drop, you need to turn the magnet off. That's easy to do if you use an electromagnet, which is basically what you created with your nail and coil of wire. If you use a coil of wire with an iron center as your magnet, all you have to do is cut off the electricity to turn off the magnet.