

Lauki un simetrijas

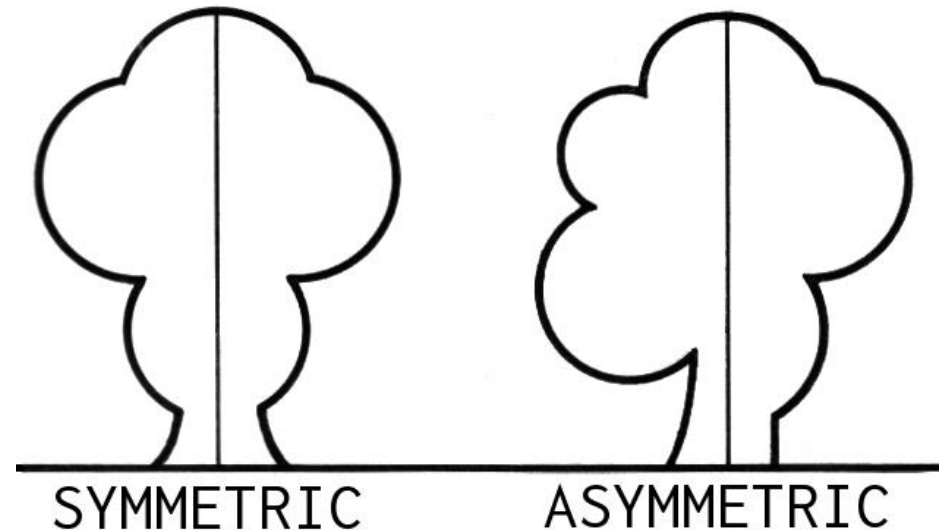
Aizspogulijā vieglāk rēķināt

Kādēļ simetrijas?

- Dabā parādās daudzviet (dzīnieki, dažādi spēki, tava seja).
- Ir vieglāk, daudz vieglāk vai daudz, daudz vieglāk rēķināt.

Kas ir simetrija?

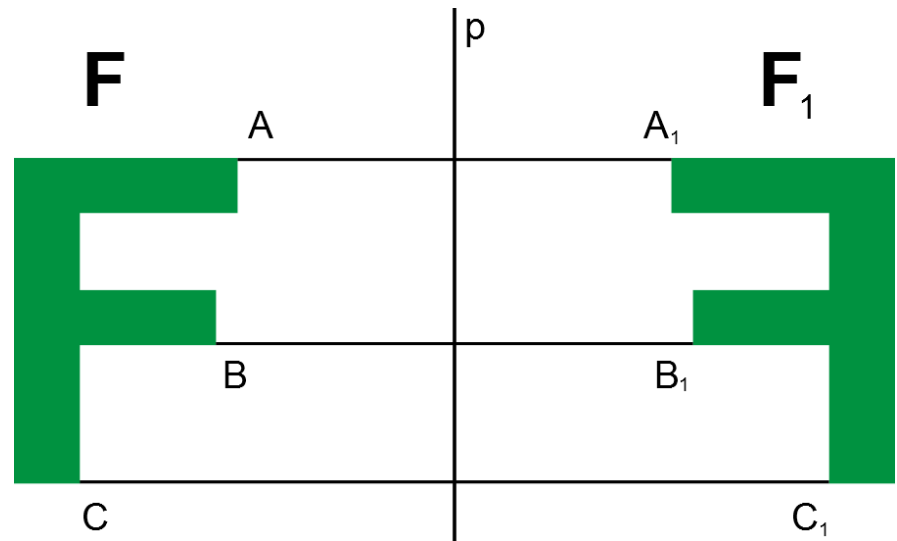
- Def: "Sistēmas īpašība noteiktu ģeometrisku manipulāciju rezultātā palikt nemainīgai"
- Vairākas simetrijas:
 - Rotācijas
 - Spoguļsimetrija
 - Vēl visādas



Piemērs spoguļsimetrija

- Katru sistēmas punktu pārnesam plaknes otrā pusē tādā pašā attālumā.
- Simetrija ir pret kādu noteiktu plakni

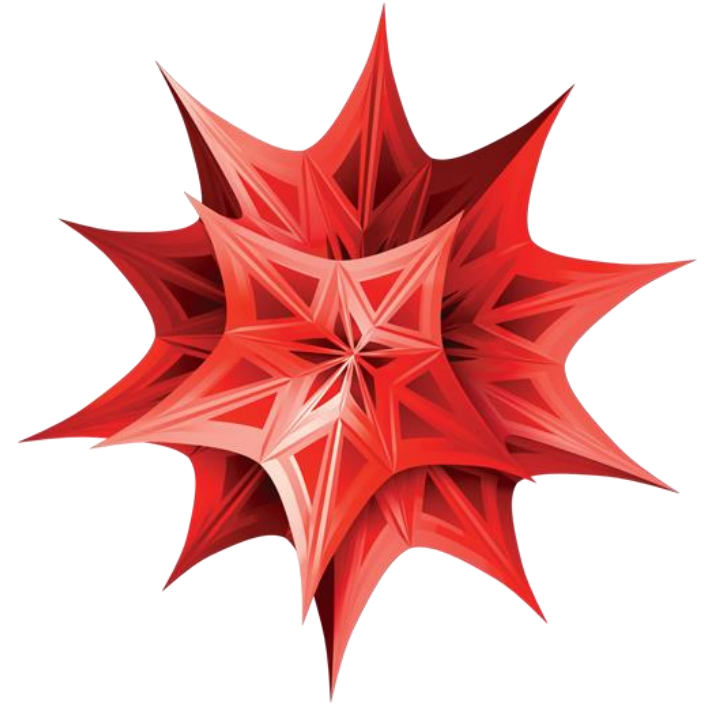
“F” nepiemīt spoguļsimetrija ne pret šo, ne pret nevienu citu plakni 2D gadījumā.



Rotācijas simetrija

- Pagrieziens ap kādu noteiktu asi par noteiktu leņķi.

**Spoguļsimetrija nav
rotācija par 180° !**



Simetrijas un lauki

- Lauks starp divām lādētām lodēm/planētām
- “Simetriskās” problēmas siltuma vadīšanā.
Temperatūra(siltums) – skalārs lauks.

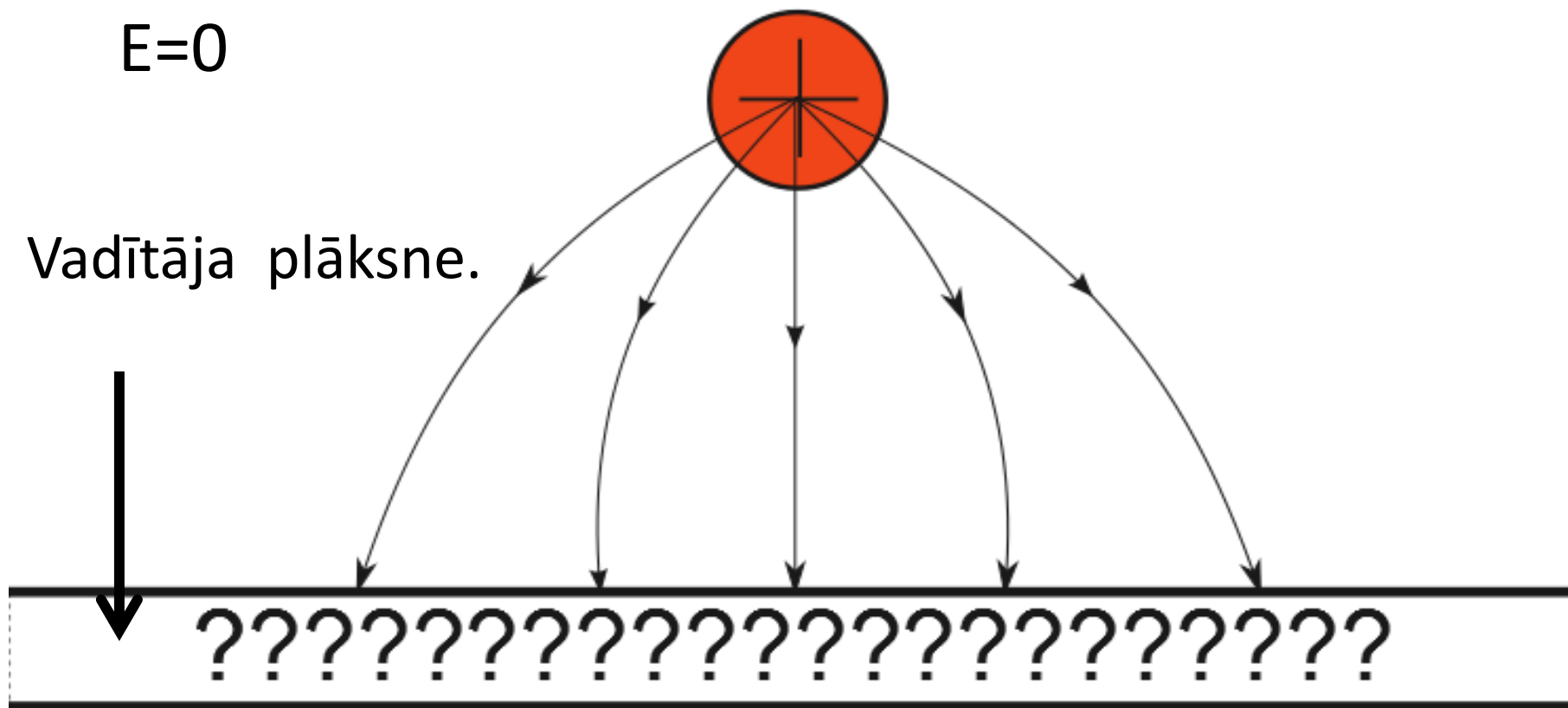
Atkārtojums/jaunumi par elektrostatiku

- Negatīvi lādiņi un pozitīvi lādiņi pievelkas.
- Vienādas zīmes lādiņi atgrūžas.
- Elektriskā lauka intensitāte

$$F_{el} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

Elektrostatikas “spoguļproblēma”

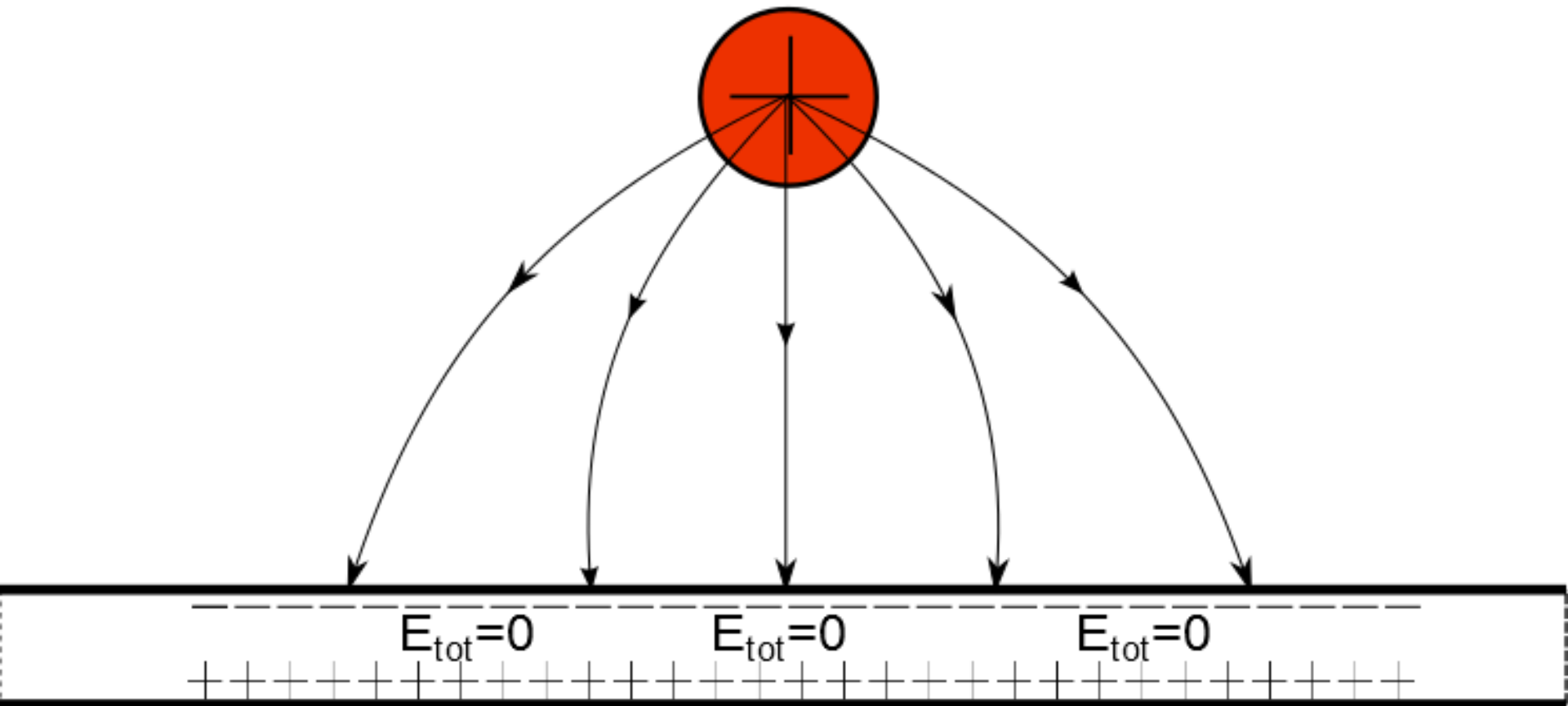
- Kas notiek, notiks?
- Vadītāja iekšienē elektriskā lauka intensitāte $E=0$



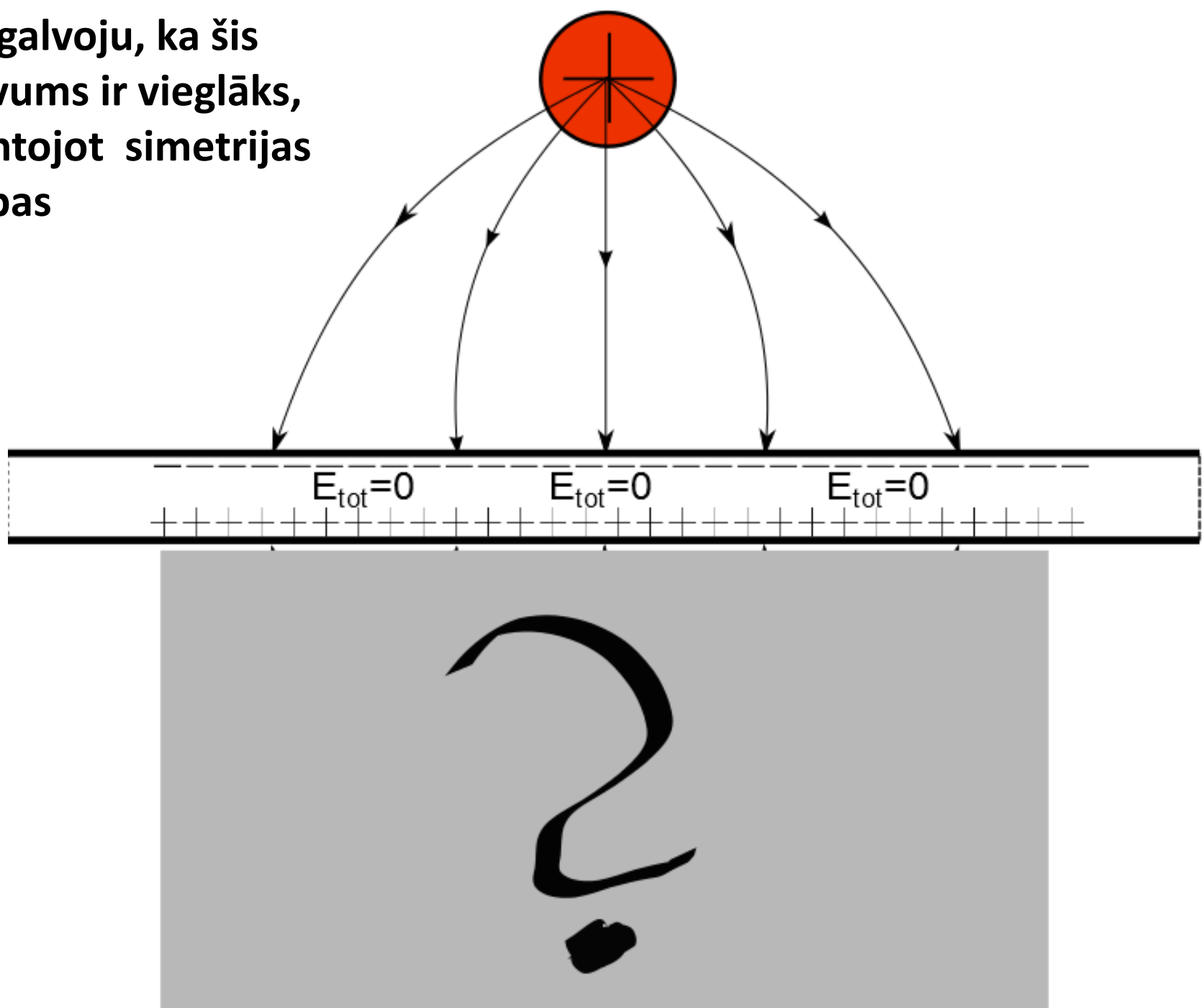
Elektrostatikas “spoguļproblēma”

Inducēts lādiņš, brīvie elektroni
“piesūcas” pie virsmas

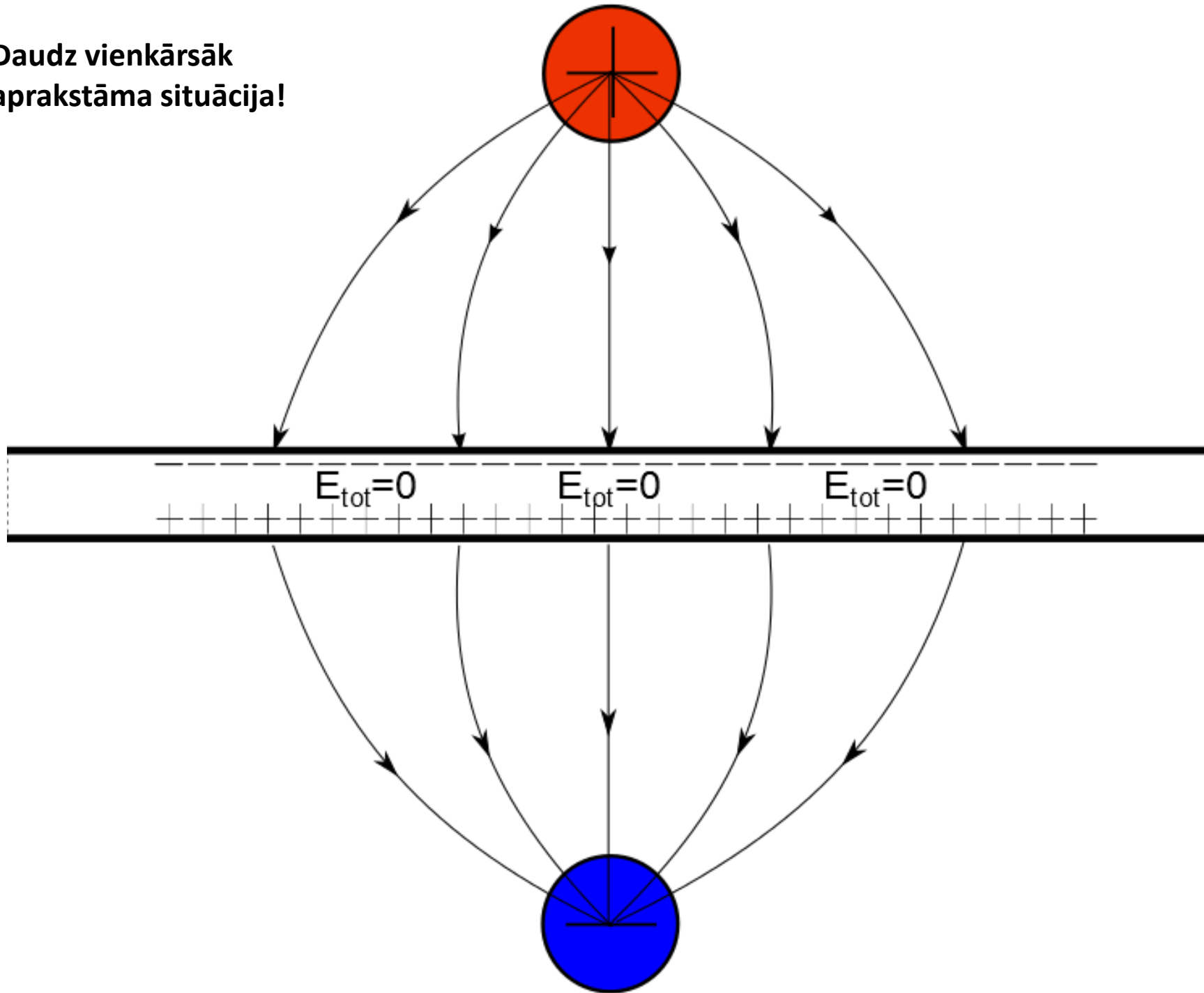
Jo vadītāja iekšienē elektriskā
lauka intensitāte ir nulle



Es apgalvoju, ka šis
uzdevums ir vieglāks,
izmantojot simetrijas
īpašības



Daudz vienkāršāk
aprakstāma situācija!



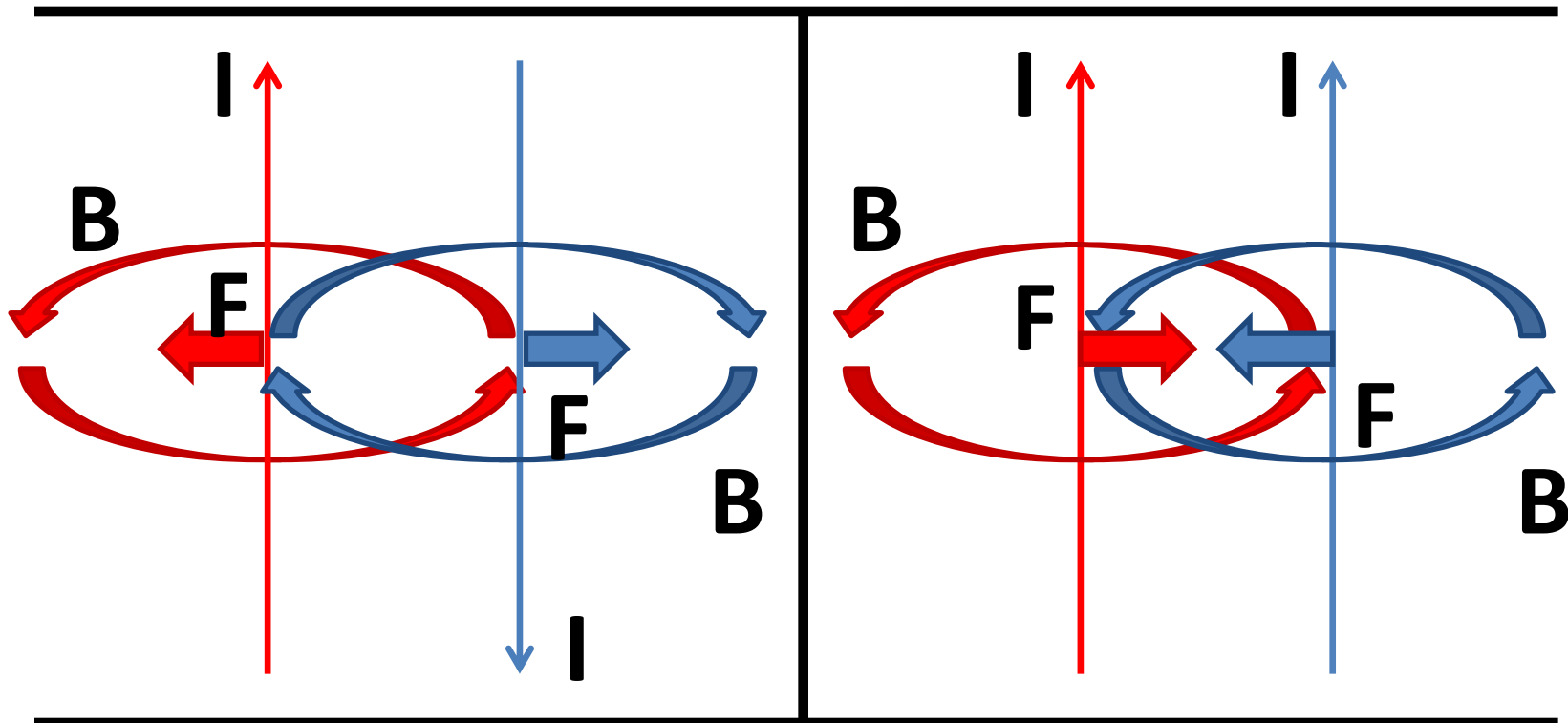
Ko mēs ieguvām?

- Divu lādiņu sistēmas mijiedarbību var viegli aprakstīt (Kulona likums)
- Varam iegūt gan elektriskā lauka, gan potenciāla vērtības visos telpas punktos.
- Nestrādā, ja mūs interesē, kas konkrēti notiek uz robežvirsmas (lādiņu virsmas blīvums un tādas lietas)

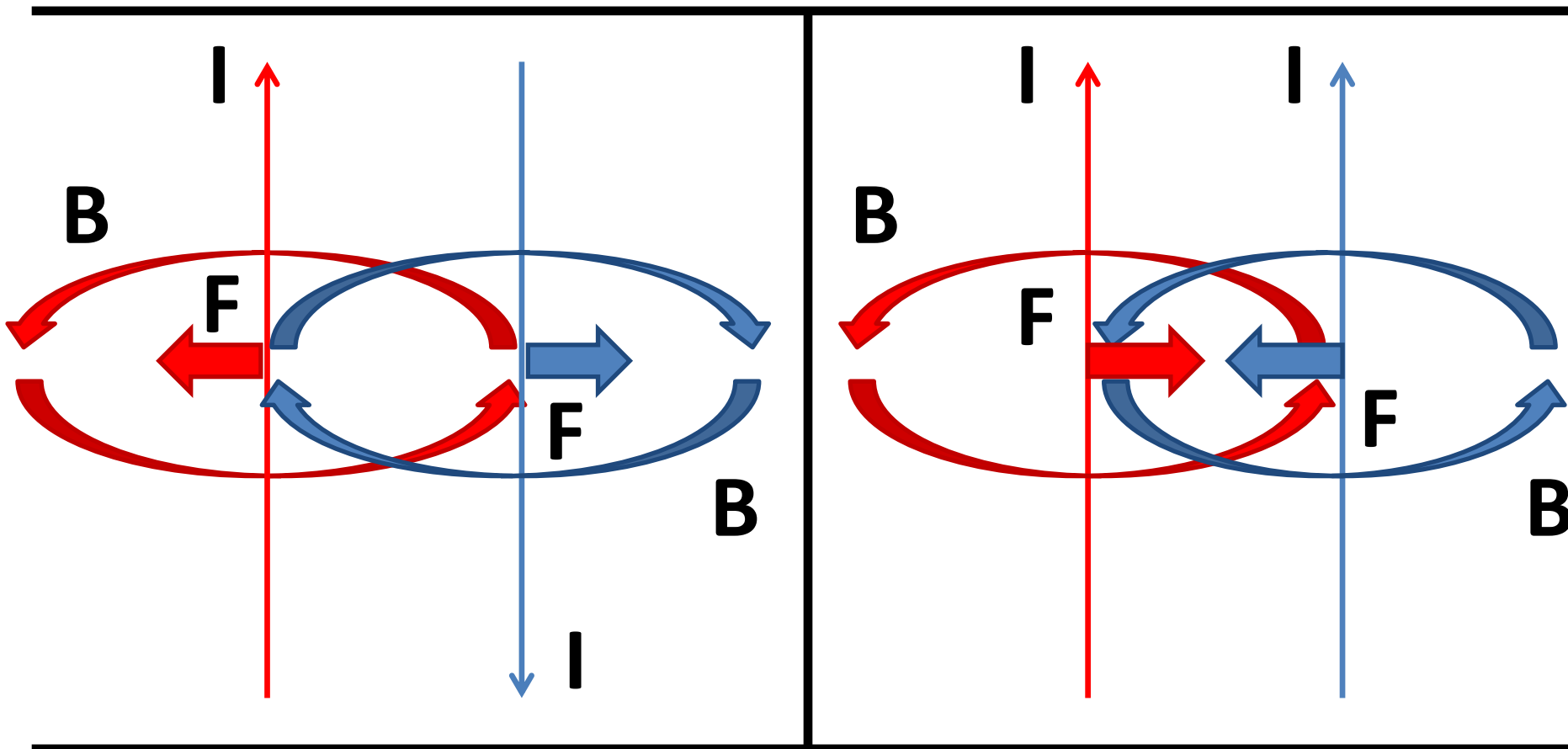
Atkārtojums/jaunumi par magnētismu

- Magnētiskais lauks rodas lādiņu kustības rezultātā

$$F_L = qvB \sin(v \wedge B)$$



Vispirms jāsaprot - kāpēc divi vadi, kuros plūst strāva, pievelkas vai atgrūžas!

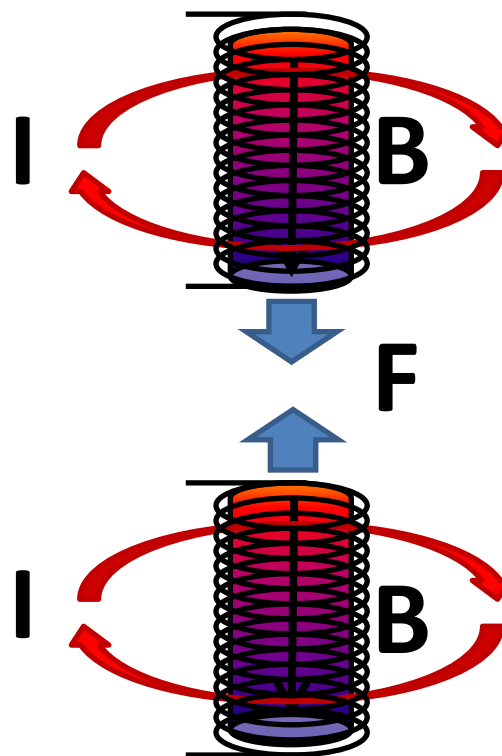
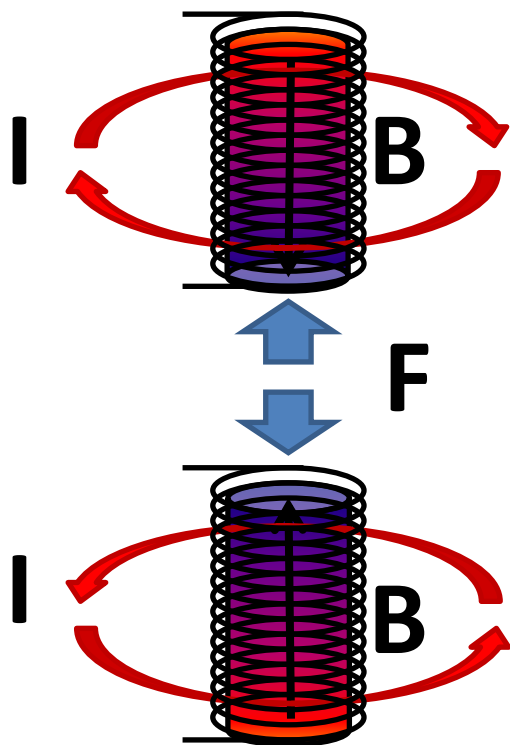


Magnētiska lauka virzienu nosaka labās rokas likums!

Spēka virzienu nosaka kreisās rokas likums!

Secinājums: Ja vados plūst strāvas vienā virzienā, tie pievelkas, ja pretējos – atgrūžas!

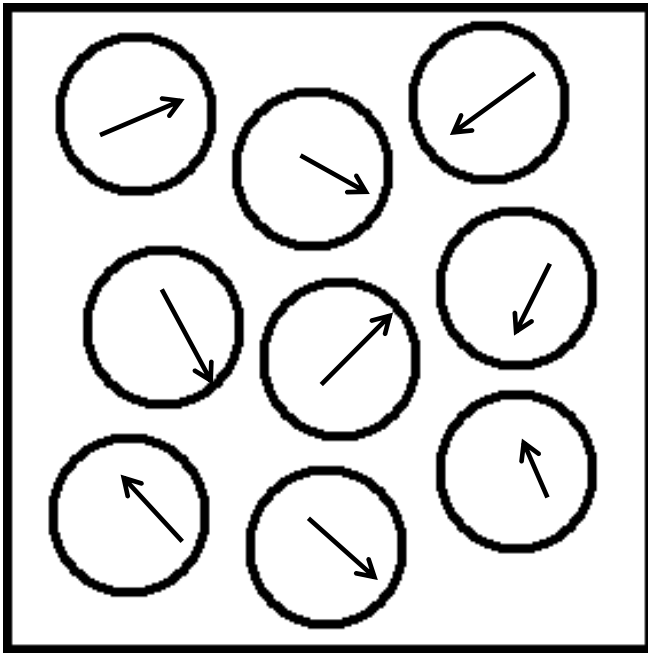
Kāpēc divi magnēti pievelkas vai atgrūžas?



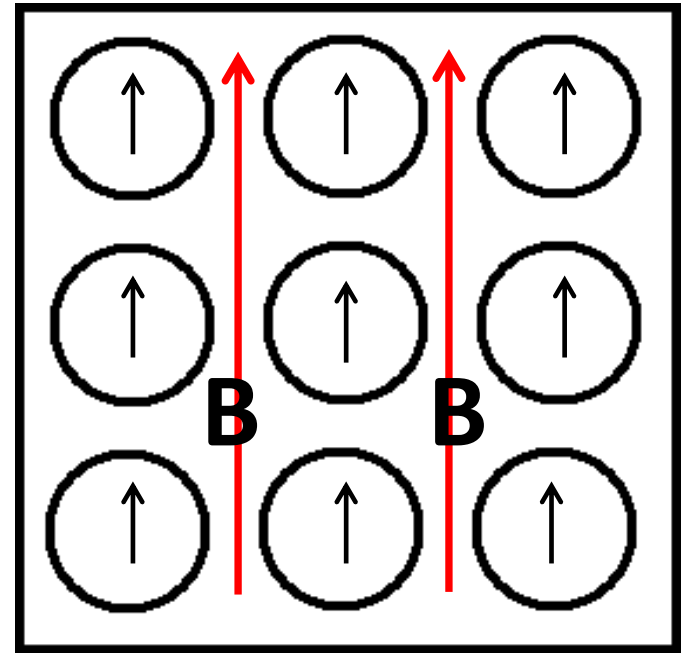
Magnētisko lauku (B) var radīt gan pastāvīgais magnēts, gan spole kurā plūst strāva (I). Var iedomāties, ka magnēta vietā mums ir ap magnēta virsmu aptīta spole, kura plūst pietiekoši spēcīga strāva, lai radītu tieši tādu pašu magnētisko lauku. Šī apgalvojuma sapratne ir ļoti svarīga tālākā skaidrojumā!

Tieši tāpat kā vadu gadījumā – vienā virzienā plūstošās strāvas pievelkas, pretējā – atgrūžas!

Feromagnētiskos materiālos atomi vienojas lielās kopās (0.1 – vairākiem mm) t.s. domēnos. Katram domēnam piemīt *magnētiskais moments* M , tas nozīmē, ka to var uzskatīt par atsevišķu mazu *magnētiņu*. **Normālā stāvoklī domēni ir haotiski orientēti tā, ka kopējais (summārais) magnētiskais moments ir nulle** un nekas neliecina par feromagnētiņa dabu.

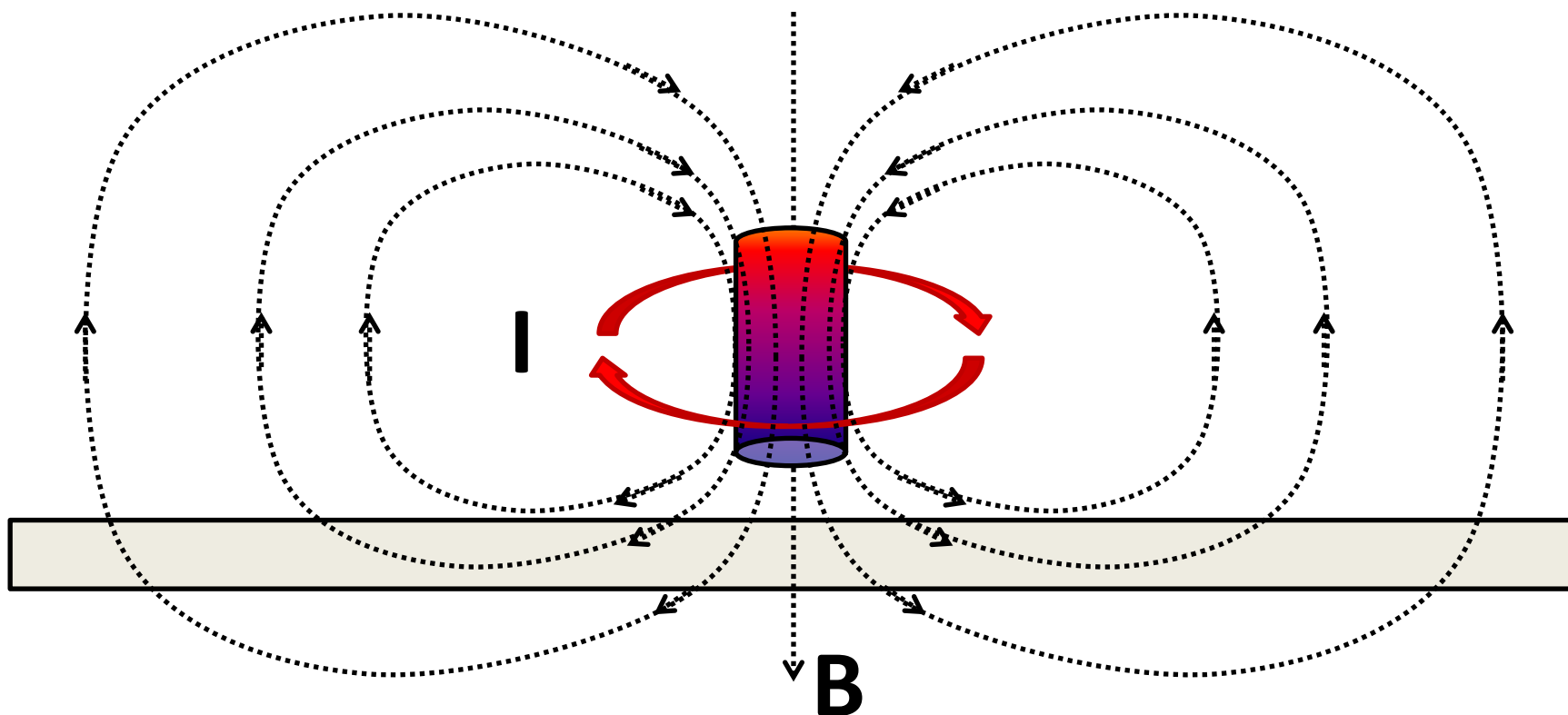


$B = 0$. Haotiski orientēti domēni.



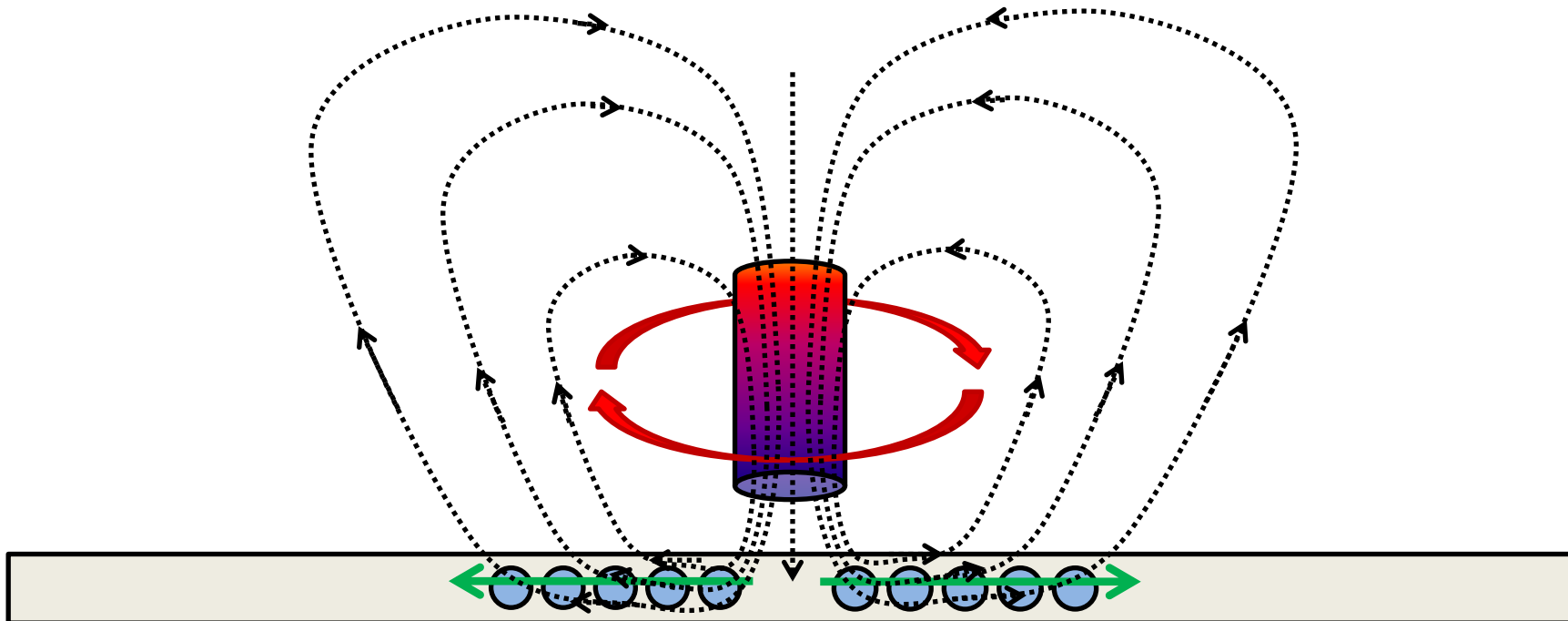
$B \neq 0$. Domēni orientēti pieliktā lauka virzienā

Pietuvinot materiālam magnētu, **domēni uz to reaģē un orientējas pieliktā magnētiskā lauka virzienā**. Tā kā ļoti daudz *mazu magnētiņu* ir vienādi orientēti, **magnētiskais lauks feromagnētiķī tiek ievērojami pastiprināts**.



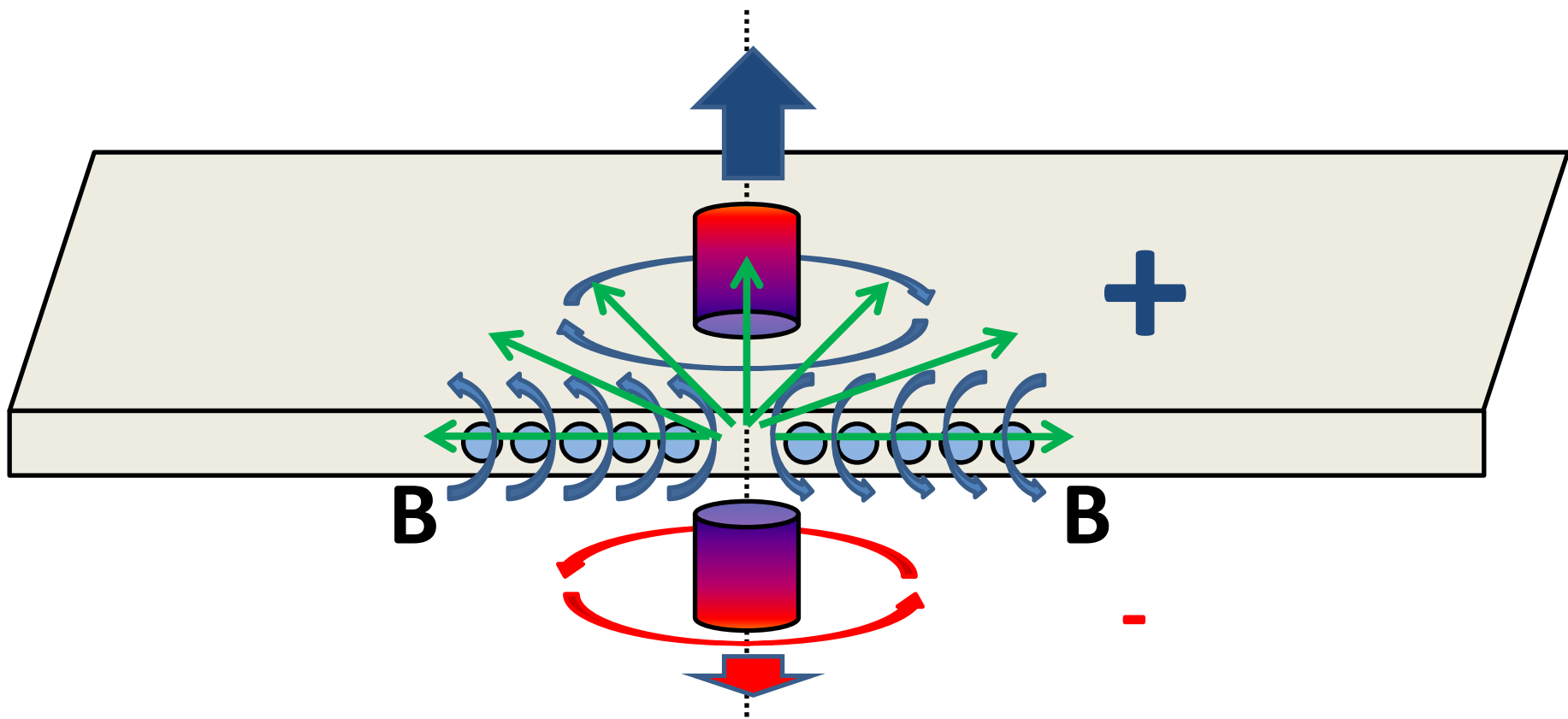
Attēlā ilustratīvi parādītas magnētiskā lauka līnijas.

Kas notiks, ja magnētam pietuvinās feromagnētisku materiālu?



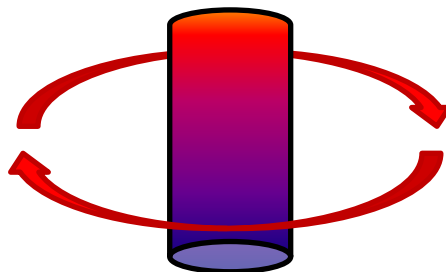
Domēni orientēsies magnētiska lauka virzienā, pastiprinot magnētisko lauku un palīdzot līnijām ātrāk noslēgties – to labi vadot.

Gaisa spraugā virs feromagnētiķa magnētiskais lauks tiek sakoncentrēts.



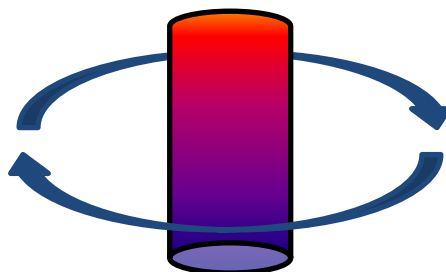
Atsevišķi apskatām pastiprināto magnētiskā lauka komponenti. **Ap katru no domēniem var apvilkt mazu strāviņu**, skaidrojot pastiprināto lauku līdzīgi kā pastāvīgajam magnētam.

Mazo strāviņu summa uz virsmas veido lielas strāvas cilpas pretējos virzienos, ko savukārt var iedomāties kā divus pretēji vērstus magnētus. Izveidojusies situācija, ka augšējais magnēts **pievelkas** pie reālā magnēta, bet apakšējais **atgrūžas**. Tā kā augšējais magnēts ir tuvāk, tas arī gūst pārsvaru un materiāls **pievelkas** nevis atgrūžas.



Reālais magnēts

$\mu > 500 \dots 1000$

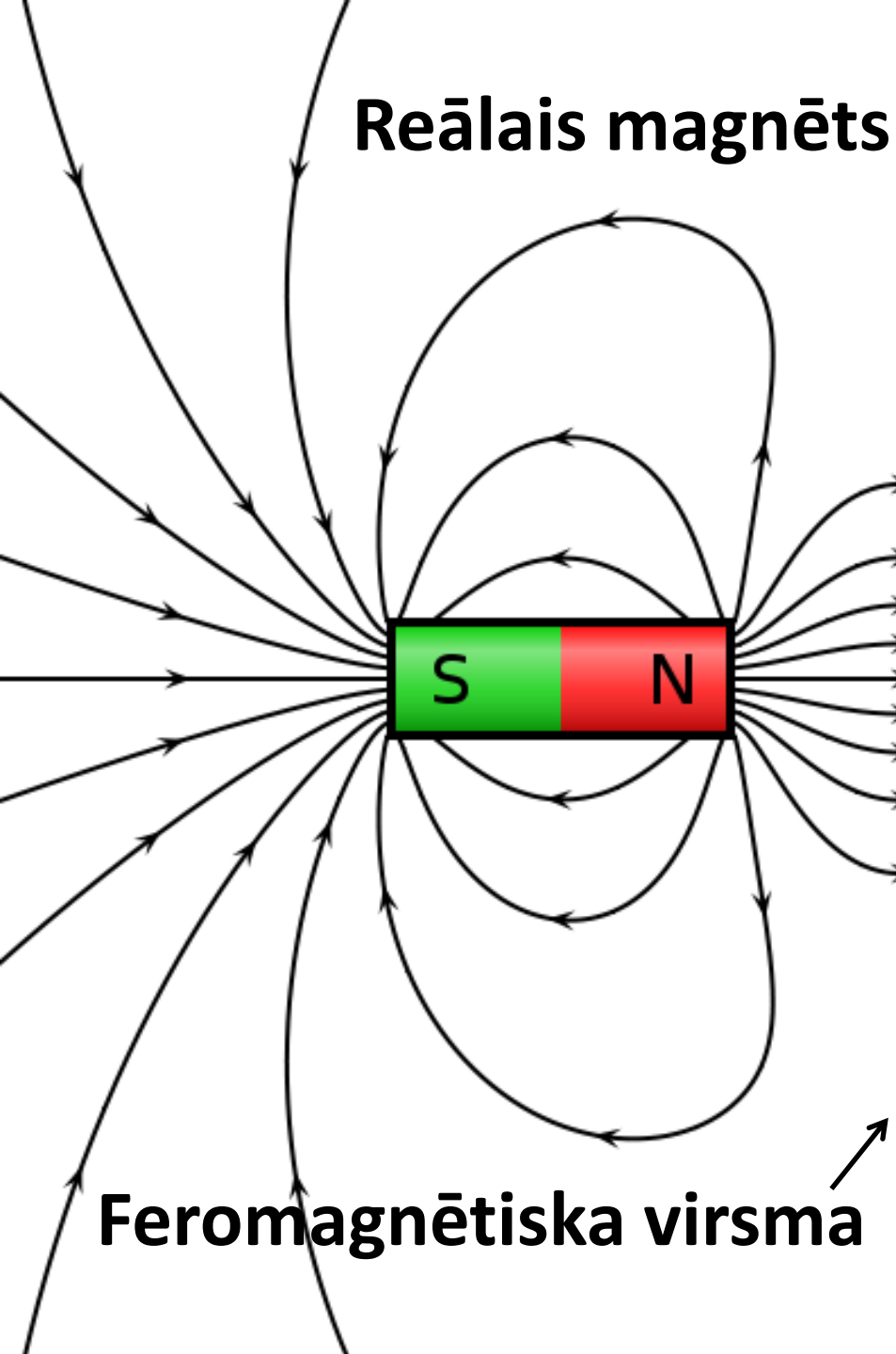


“Apgrieztais
spoguļattēls”

Taču magnēts pievelkas pie dzelzs nevis šā – tā, bet noteiktā veidā!

Izrādās, ka **tuvinot magnētu ļoti labiem feromagnētiskiem materiāliem** (piem. dzelzs ar augstu magnētisko vadāmību μ), **izveidojas tāds magnētiskais lauks** (un līdz ar to **tas pievelkas pie virsmas tieši ar tādu spēku**), it kā aiz virsmas būtu magnēta “apgriezts spoguļattēls” jeb “pretēji lādēts magnēts”.

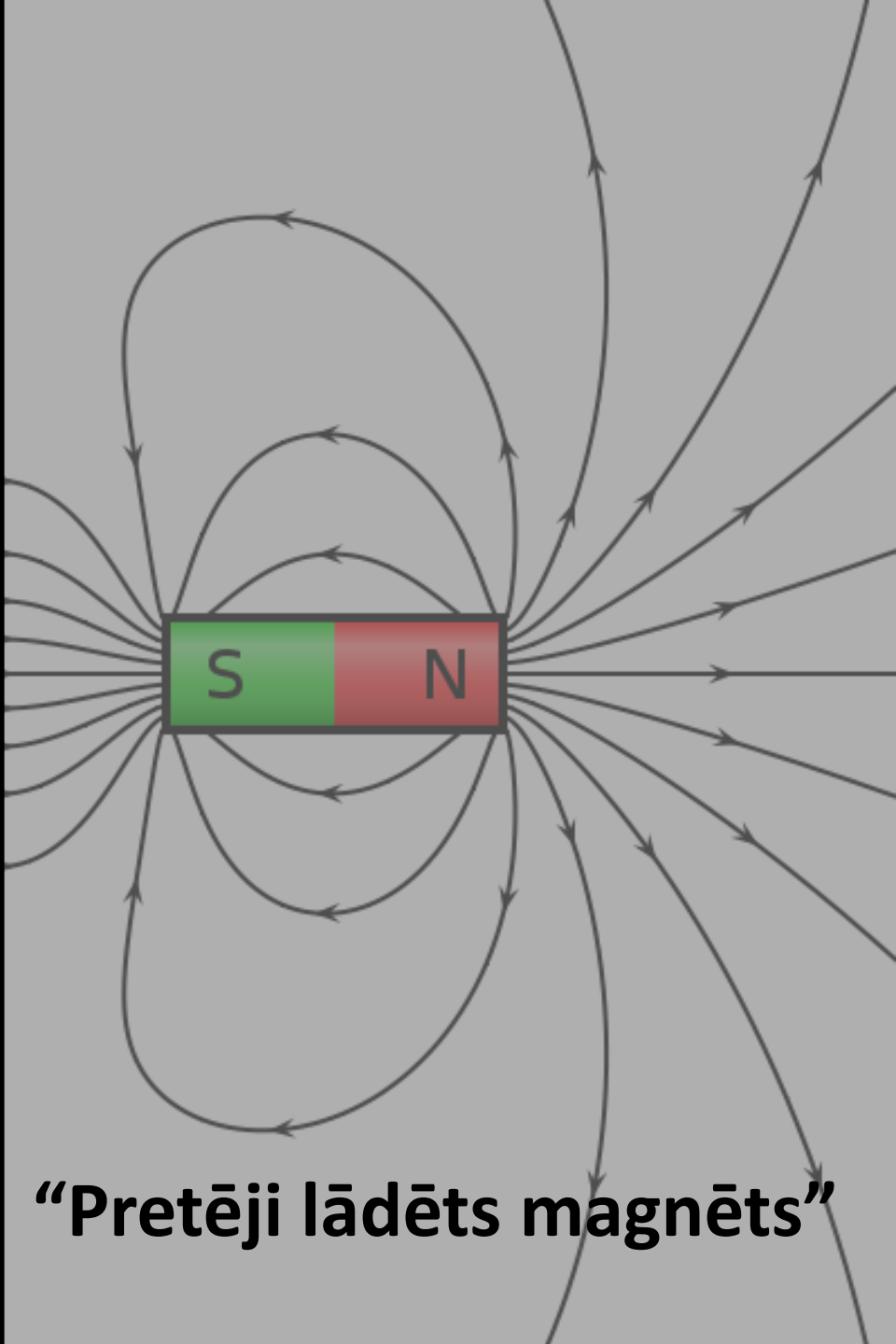
Reālais magnēts



Feromagnētiska virsma



“Pretēji lādēts magnēts”



Vai vēl ir laiks?

- Simetrisks gravitācijas lauks, kas notiek?
- Kādā situācijā kas tāds varētu īstenoties?

Kopsavilkums

1. Divi vadi pievelkas, ja tajos plūst strāva vienā virzienā.
2. Pastāvīgos magnētus var aizstāt ar spolēm.
3. Ja divās spolēs strāva plūst vienā virzienā, arī tās pievelkas.
4. Feromagnētiķis sastāv no domēniem, kas orientējas magnētiskā lauka virzienā un to pastiprina.
5. Pastiprinātais lauks uz feromagnētiķa virsmas *veido strāvas kontūru*, kuras virziens sakrīt ar magnēta strāvas virzienu . Līdz ar to tie pievelkas.
6. Pie spēcīgiem feromagnētiķiem (dzelzs) magnēts pievelkas kā pie cita magnēta – notiek “spoguļošanās”.