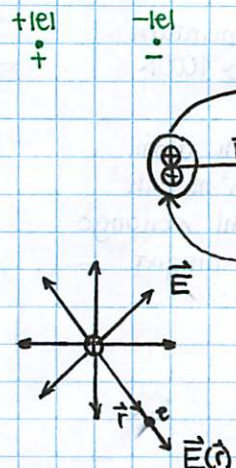
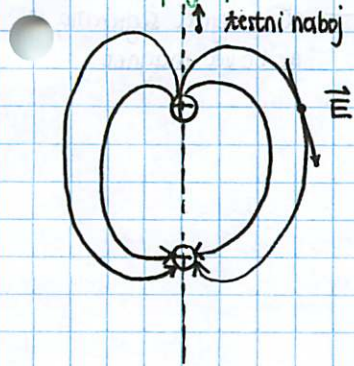


MAGNETNI POJAVI

Magnetna sila je tretja in zadnja "naravna" sila (mednje spadata še gravitacijska in električna sila):

Električno polje; \vec{E}



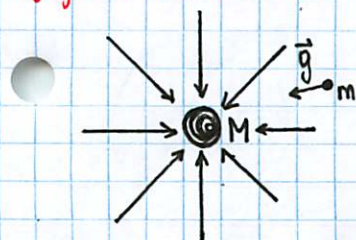
Vrtilna (gibalna) količina se ne ohranja (tokaj 3. Keplerjev zakon ne velja), ker sila \vec{E} kaže v drugo smer, tj. ne po zveznici.



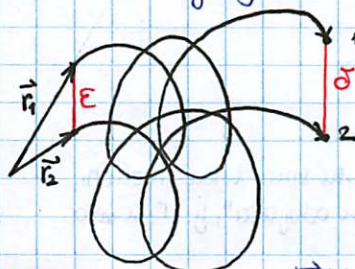
Električna sila je odbojna ali/ in privlačna (možnost točkastega dipola).

Gravitacijsko polje; \vec{g}

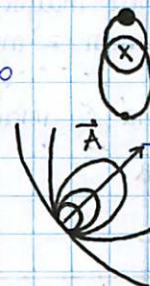
Gravitacijska sila (oz. polje) je te privlačna, saj gre za centralno silo.



Nekaotično gibanje:



Telca se lahko gibljejo po različnih tirih.

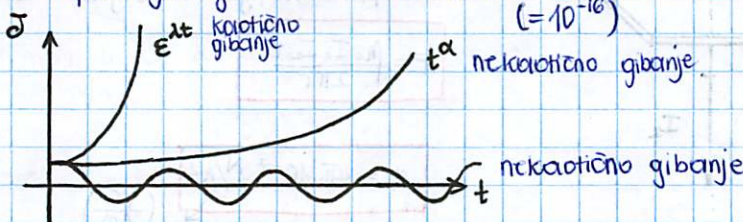


Telesa se gibljejo okrog težišča! Težišča se giblje s konstantno hitrostjo!

Kaos oz. kaotično gibanje:

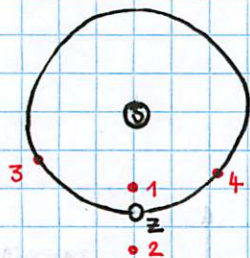


Zanima nas, kako se $|\vec{r}_2(t) - \vec{r}_1(t)| = \delta$ spreminja glede na $|\vec{r}_2(0) - \vec{r}_1(0)| = \epsilon?$

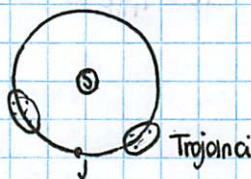


λ - Lyapunov

Lagrangeove točke (stabilnosti) (1772) predstavljajo pet točk v medplanetarnem prostoru, v katerih lahko rečemo, da manjši telo, na katerega vpliva te gravitacija, teoretično mineje glede na večji telesu (kot npr. satelit glede na Zemljo in Luno).



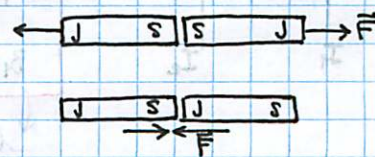
Stabilni Lagrangeovi točki sta te 3 in 4.



sl.wikipedia.org/wiki/Lagrangeova_točka

Magnetno polje; \vec{F}_{em} (magnetni monopol) - še ni najden!

Fokusi: Kako pridemo do smrti? S pomočjo drugega magneta.

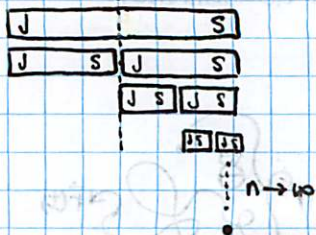


Če se enkrat ujamajo v Trojanci, se vrtijo le znotraj teh (ostanejo na mestu)

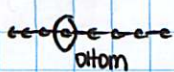
Magnetno polje nikoli ne izgleda tako, saj silnice (pri magnetnem polju) nimajo izvorov, OZi:



Npr. če magnet prerežemo na pol:



atom, ki ni več deljiv; pravimo mu **magnet** (s severnim in južnim dipolom)



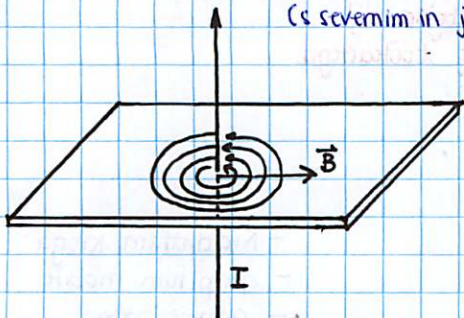
$T < T_c$

↳ kritična temperatura (Curie) $600 \sim 1000\text{K}$

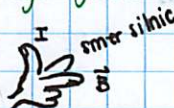
← če magnet segrejemo, ne bo več magnet

nesimetrični atomi pod vplivom močnih zunanjih kil postanejo celota ~ magnet

2.

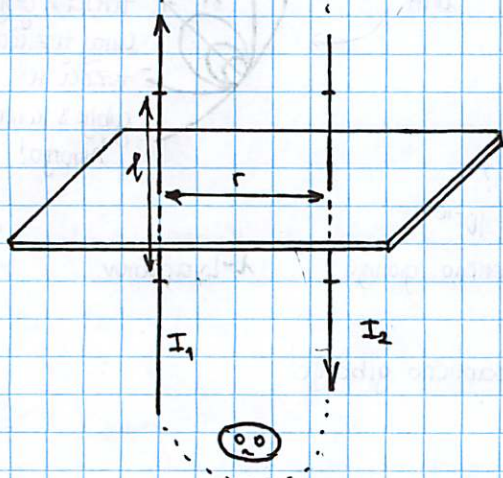


pravilo desnega vijaka



\vec{B} ... gostota magnetnega polja
 \vec{M} sorazmerna z magnetnim poljem.

Kakšna je sila, če imamo dve žici?



Če sta smeri toka različni, "se odbijata", tj. r se večja.

ZAPOREDNA VEZAVA (baterija)

Če sta smeri toka enaki, "se privlačata", tj. r se manjša.

VZPOREDNA VEZAVA

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 \quad \left(\frac{\text{Vs}}{\text{Am}}\right)$$

definicija "A"

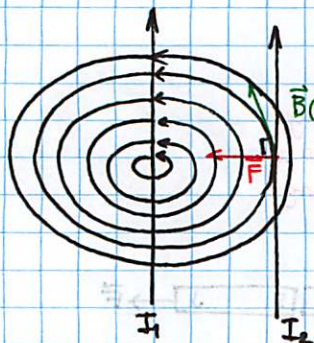
$l = 1\text{m}$
 $I_{1,2} = 1\text{A}$
 $r = 1\text{m}$

$$F = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 \cdot 1\text{A} \cdot 1\text{A} \cdot 1\text{m}}{2\pi \cdot 1\text{m}} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$$

3. \vec{B} ... gostota magnetnega polja

$$\vec{F}_g = m\vec{g}$$

$$\vec{F}_e = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = e\vec{E}$$



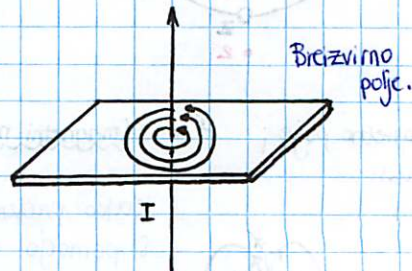
$\vec{B}(r)$ (tangento na krožnico)

F sila drugega, kaj prvega gledamo kot izvor polja, ↳ detektor polja

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r} = I_1 B_1 l$$

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$$

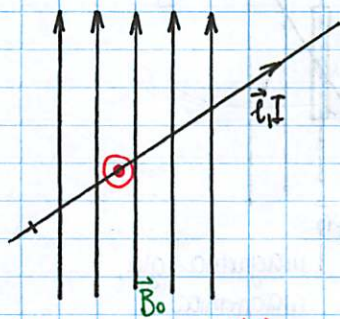
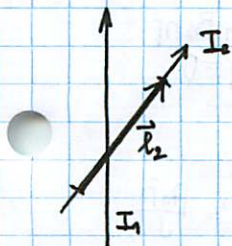
lahko predpostavimo, da žica neskončna.



Splošneje:

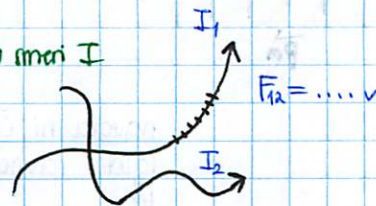
Zelo zapleteno!

$I_1 \dots \Rightarrow \vec{B}_1 = \vec{B}_0$, tj. homogeno magnetno polje (od kraja neodvisno, silnice kažejo v isto smer!)



$$\vec{F}_1 = I \vec{\ell} \times \vec{B}$$

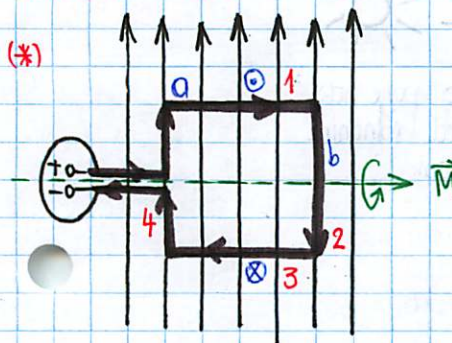
ℓ kaže v smeri I



\odot iz table ven, če $\vec{\ell} \times \vec{B}$ pozitiven

razbijemo na majhne koščke, ki so ravni, ... integriramo...

NAVOR V MAGNETNEM POLJU



Tok, ki teče po žici se odšteje, zato ga ne upoštevamo.

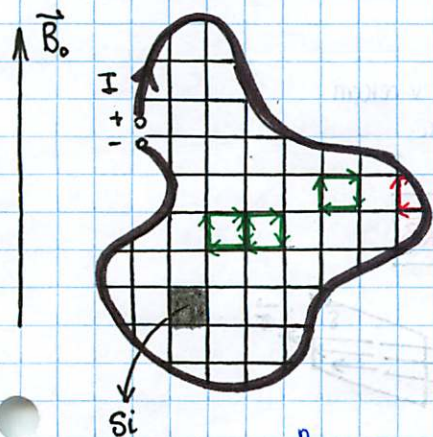
$$\begin{aligned} F_1 &= I a B & \odot \text{ (sila iz papirja ven)} \\ F_2 &= 0 \\ F_3 &= -F_1 = -I a B \\ F_4 &= 0 \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} & \\ & \\ & \\ & \end{aligned} \right\} \sum_{i=1}^4 F_i = 0$$

Npri.



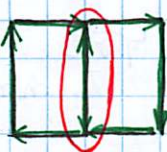
$$\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$|\vec{M}| = \frac{b}{2} |F_1| + \frac{b}{2} |F_3| = I a b B = I S B, \text{ kjer } S \text{ ploščina zanke}$$



Kako izračunamo navor, če imamo dano ravninsko ploščo (Ravninsko ploščev oz.) zanko razdelimo na "pravkotnike".

Po vsakem pravokotniku teče tok takole: (sosedo se izničita) (*)



razdelimo še na manjše pravkotnike in ponovimo postopek (*)

$$\sum_{i=1}^n I S_i B = I S B \text{ (polje je v ravnini, kjer je lik)}$$

$$\vec{M} = I \vec{S} \times \vec{B}$$

$$M = I S B \sin \alpha$$

$$\vec{M} = I \vec{S} \times \vec{B} = \vec{p}_m \times \vec{B}, \quad \vec{p}_m = I \vec{S}, \quad \vec{p}_m \dots \text{magnetni moment}$$

Koliko polje, če polje ni v ravnini, kjer je lik, npri. je nagnjeno (ali poševno)?



$$\odot \vec{B} \quad \begin{aligned} \sum \vec{F} &= 0 \\ \sum \vec{M} &= 0 \end{aligned}$$

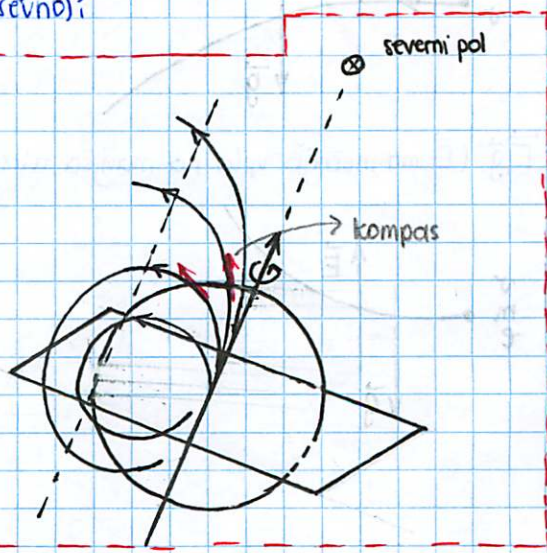
Za neravninske zanke:

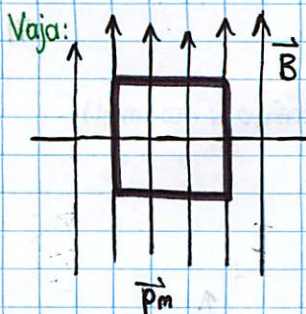
$$\vec{M} = \vec{p}_m \times \vec{B}$$

$$\vec{p}_m = \dots \checkmark \text{ (dobro definirano: integral po krivulji)}$$

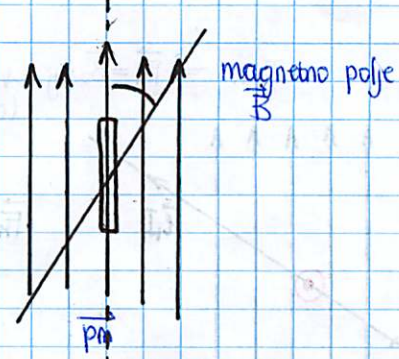
Kam kaže zemeljsko magnetno polje?
zemeljska magnetna sila?

1. podatek - premikanje osi za nekaj stopinj na leto?
2. podatek - pod kakim kotom je magnetno polje?





Zanka vrtljiva okoli te osi



$$J \times M = -p_m B \sin \varphi$$

$$J \ddot{\varphi} + p_m B \sin \varphi = 0$$

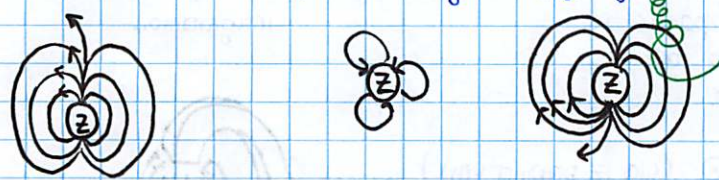
$$\ddot{\varphi} + \omega^2 \varphi = 0$$

$$\omega^2 = \frac{p_m B}{J}$$

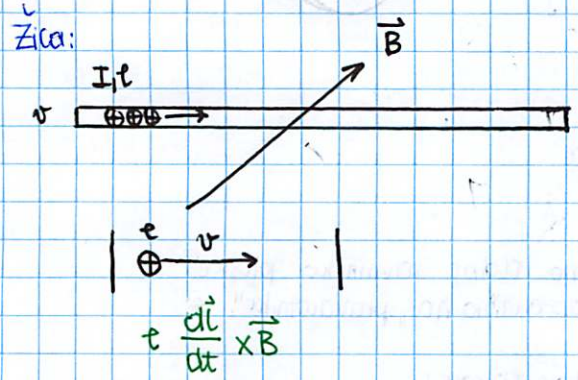
$$B = \frac{J \omega^2}{p_m}$$

navora ni, če je igla v ravnovesni legi

Zemlji se več kot 1000 letih spremeni magnetno polje, tj. J in S se zamenjata.



LORENTZOVA SILA (1892)



$$\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B}$$

Zanima nas sila na eno - na točkast naboj. Toj nas zanima Lorentzova sila:

$$\vec{F} = I \vec{l} \times \vec{B} = \frac{dq}{dt} \vec{v} \times \vec{B}$$

↑ koliko nabojev na sekundo

↑ koliko naboja v nekem času na neki razdalji

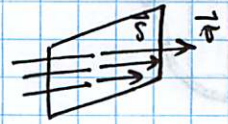
↑ kako daleč pride naboj na sekundo

$$\vec{F} = e \vec{v} \times \vec{B}$$

$$\Phi_{masni} = \frac{dm}{dt} = \rho \vec{v} \cdot \vec{S}$$

\vec{v} ... hitrost delcev

$$\Phi_{volumski} = \vec{v} \cdot \vec{S}$$

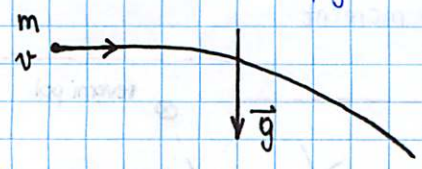


$$\Rightarrow \vec{F} = m\vec{g} + e\vec{E} + e\vec{v} \times \vec{B}$$

sila na točkast naboj

Pomeni:

(1) vodoravni met (parabola) | \vec{g}



(2) $\vec{E} \parallel \vec{g}$ (\vec{E} ima močnejši vpliv na manjša telesa kot \vec{g}), parabola

