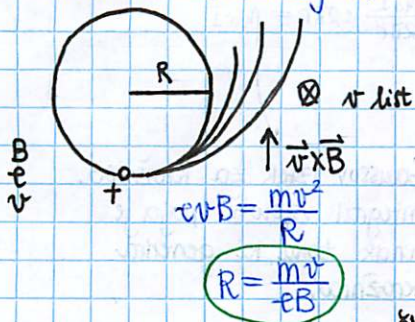


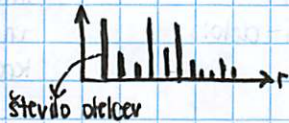
(3) Le magnetno polje: $\gamma_1 \vec{E}$ zanemajamo ($|eE| = |gmJ|$)



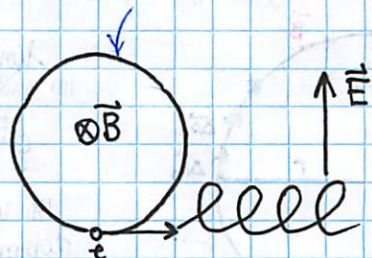
Če se masa veča, se veča radij R.

To lahko opazujemo z masnim spektrometrom.

$$R = \frac{m v}{e B}$$



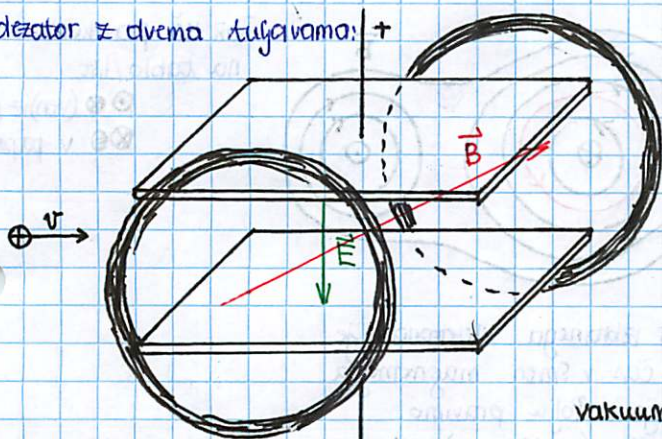
Či \vec{E} ne bi bilo!



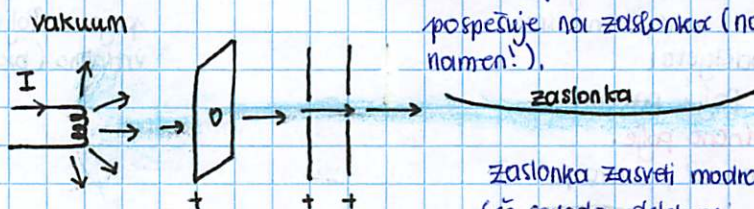
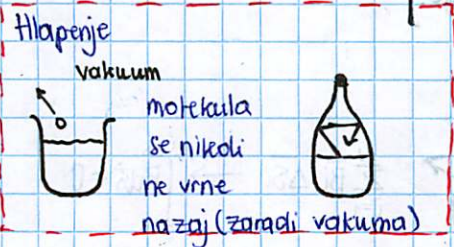
\vec{E} ga pospeši navzgor, (\vec{B}) hitrost ga ukini.

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

Kondenzator z dvema tuljavama:

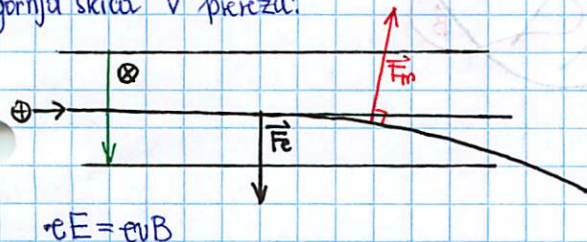


"žarnica" žari, (tj. je segreta) v prostor oddaja poleg toplote (svetlobe) tudi nekatere elektrone, ki imajo dovolj kin. energije, da odfrājo stran. Vendar ne odfrājo (pripadeč stran. Zato so žarnico "popravili" z pozitivno elektrodo, ki elektrone pospešuje na zaslonko (naš namen!).



Zaslonka zasveti modro (če seveda elektroni zadenejo vanjo)

Zgornja skica v preseku:



Magnetna sila tj. \vec{F}_m je vedno pravokotna na tin elektrona.

$$eE = evB$$

AMPEROV ZAKON

Gaussov izrek

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

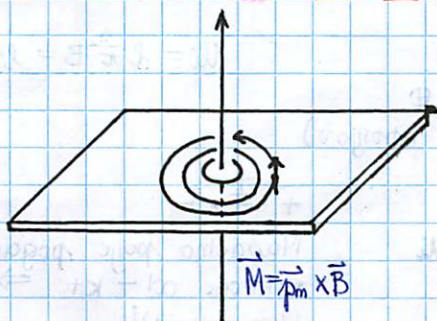
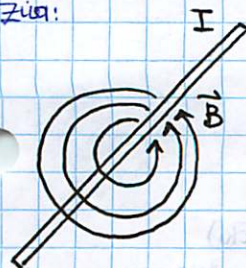


Polje točkastega naboja - koncentrične krogle

$$\frac{e}{4\pi\epsilon_0 r^2} \cdot 4\pi r^2$$

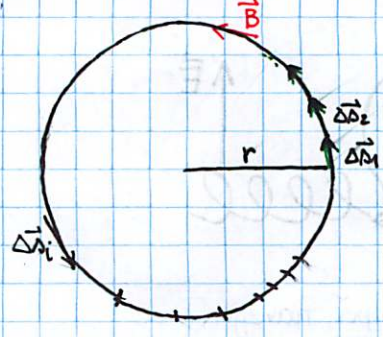


Žiga:



Smr magnetnega polja lahko upotovimo npr. z kompasom, ki se vede kot žanka (ima dipolni moment) Jakost \vec{B} določimo s pomočjo magnetnice, ko se radijalno odmikamo iz skališca \vec{B} : $|\vec{B}| = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

Ali v magnetnem polju velja kaj podobnega kot Gaussov izrek?



$$\lim_{\Delta s_{max} \rightarrow 0} \sum_{i=1}^N \vec{B}_i \cdot \Delta \vec{s}_i = \int \vec{B} d\vec{s} = \sum B \Delta s_i = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cdot 2\pi r = \mu_0 I$$

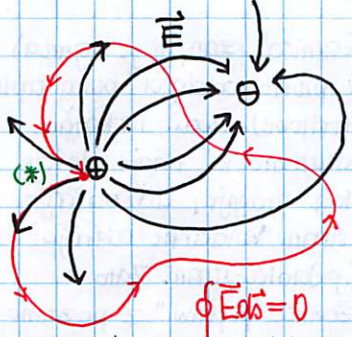
$$\oint \vec{B} d\vec{s} = \mu_0 I$$

Isti integral dobimo, če računamo integral sile po poti - delo: $\int \vec{F} d\vec{s} = \int E d\vec{s}$

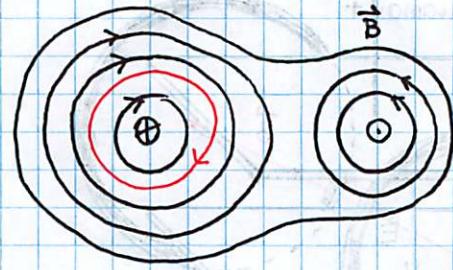
Gaussov izrek za krožnico. Integral vzdolž polja je enak toku, ki generira krožnico.

Npr. Elektrostatika: $\oint \vec{E} d\vec{s} = 0$

Torej tu gre za E/B statični, tj. od časa neodvisni tokovini.

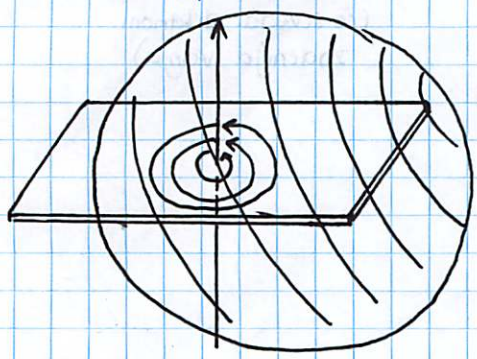


(*) Polje in korak izbranega elektrona kažeta v nasprotno smer (tj. se odčitjeta). Temu polju pravimo **brezvrtinno polje**. \vec{E} izvira v \oplus , ponira pa v \ominus .

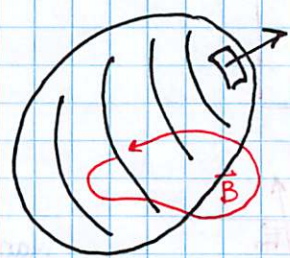


Tok teče pravokotno na tablo/list
 ⊙ (ven) iz papira
 ⊗ v papir

Pot izbranega elektrona je ves čas v smeri magnetnega polja. Polju pravimo **vrtinčno (biklizirno) polje**.

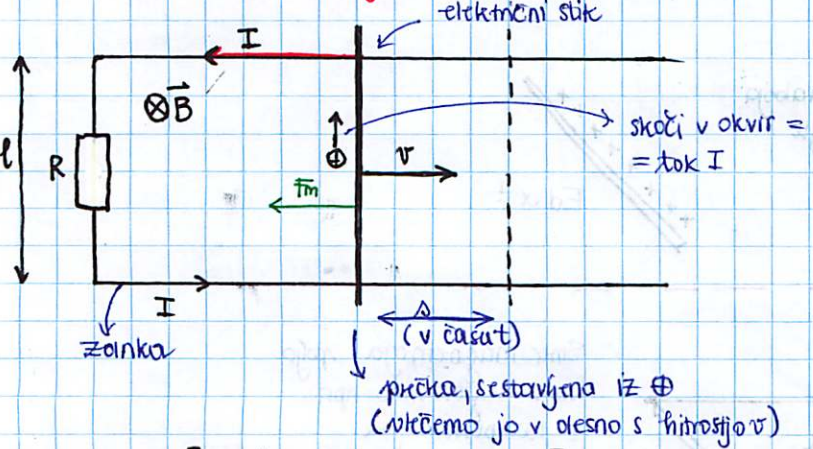


poljubna ploskev, v katero zapremo magnetno polje



$$\sum_{i=1}^N \vec{B}_i \Delta \vec{s}_i \rightarrow \int \vec{B} d\vec{s} = 0$$

INDUKCIJA (elektromagnetizem)



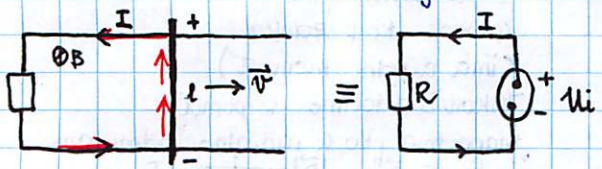
$$\vec{F}_m = I \vec{e} \times \vec{B}$$

⊗ B pravokotno v papir

Če hočemo, da tok steka, moramo opraviti neko delo: $A = F_m \cdot s = I l B s = P_m \cdot t = I U_i t$
 P_m mehanska P_e elektronska

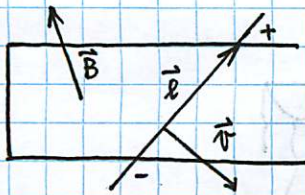
$U_i \dots$ inducirana napetost


$$U_i = l \frac{\Delta}{\Delta t} B = l v B$$

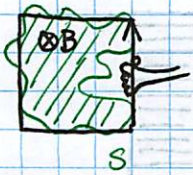


+ \vec{I} -

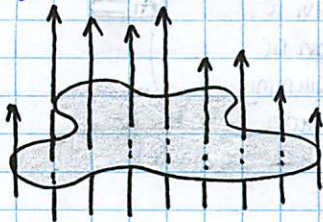
Magnetno polje poganja (po prčki) elektrone od - k + \Rightarrow tj. črpalka elektronov (kot baterija)!

(a)  $\mathcal{I} = \vec{l} \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$

(b)  $\mathcal{I} = l v B = l \frac{ds}{dt} B = \frac{l ds}{dt} B = \frac{dS}{dt} B = \frac{d(BS)}{dt} = \frac{d\Phi_m}{dt}$
 $\Phi_m = \int \vec{B} \cdot d\vec{S}$

 $\mathcal{I} = \frac{d(BS)}{dt} = \frac{d\Phi_m}{dt}$

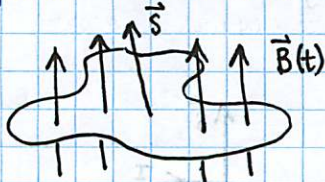
(c) Zakon (magnetno polje, ki ni nujno homogeno + poljubna zanka)

 $\mathcal{I} = \frac{d}{dt} \int \vec{B} \cdot d\vec{S} = \frac{d}{dt} (\vec{B} \cdot \vec{S})$

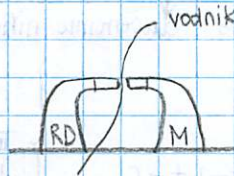
1. primer:

$\frac{d}{dt} BS = B \frac{dS}{dt}$

2. primer: $\vec{S} = \text{konstanta}$

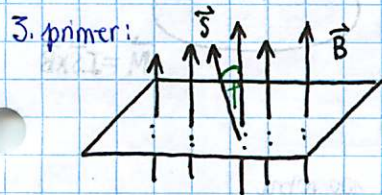


B = konstanta



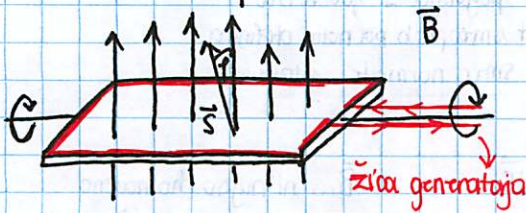
magnet (ga premikamo, potem se tudi tuljava premika)

3. primer:



Vrtenje: $\varphi = \omega t$
 $\vec{B} \cdot \vec{S} = B S \cos \omega t$
 $\mathcal{I} = \frac{d}{dt} BS = BS(-\omega) \sin \omega t$




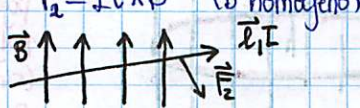


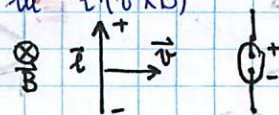
Vrtenje zanke (generator)



turbina opravlja mehansko delo - spreže tok.

Lorentzova sila $\vec{F}_L = e \vec{v} \times \vec{B}$ (B poljubno)



Sila na vodnik $\vec{F}_L = I \vec{l} \times \vec{B}$ (B homogeno)


$\mathcal{I} = \vec{l} \cdot (\vec{v} \times \vec{B})$


Lenzovo pravilo - "sila, ki nastane, nasprotuje gibanju"

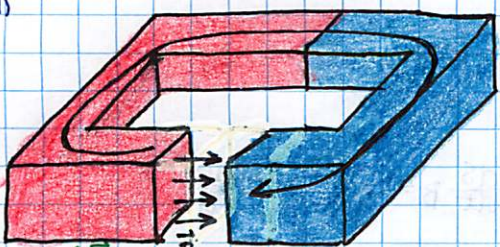
Če te sile ne bi bilo, bi lahko takšna struktura zaradi nestabilnosti zgorela/eksplodirala.

1. primer:

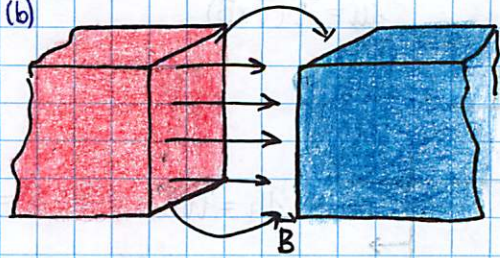


2. primer: Magnetno zaviranje (podkast magnet)

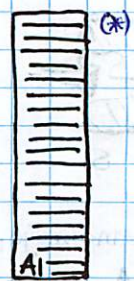
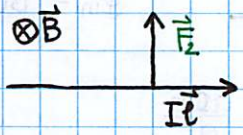
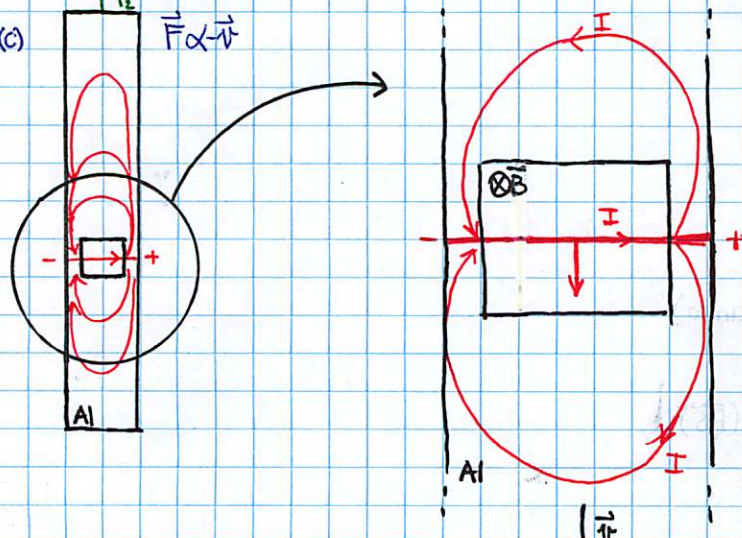
(a)



(b)



(c)



Aluminij je dober prevodnik, ni pa magneten. Po njemu šče tok, kot posledica gibanja v magnetu in hkrati povzroči F. Če taka ni, se pojavi te napetost. Po (*) tokovi ne tečejo krožno, saj je aluminij prečzan, tj. ni sila, skozi magnet pada (v smislu gravitacije)

Aluminij se giblje po enačbi (podobno dušenemu nihanju):

$$\ddot{x} + 2\gamma \dot{x} = 0 \quad n = \dot{x}$$

$$\dot{v} + 2\gamma v = 0$$

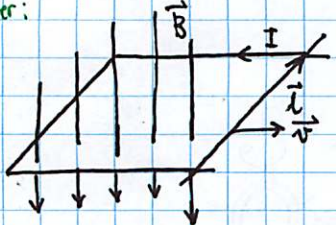
$$\frac{dv}{dt} + 2\gamma v = 0$$

$$\frac{dv}{v} = -2\gamma dt \implies \ln v = -2\gamma t + C$$

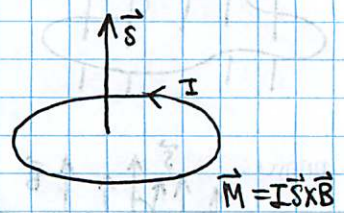
$$\implies v = v_0 e^{-2\gamma t}$$

To je le homogena rešitev! Upoštevati moramo še zunanjo silo - silo teže, $\ddot{x} + 2\gamma \dot{x} = mg$

3. primer:



Recimo, da je zanka ravninska. Potem nam ta zanka definira neko ploskev, tok pa nam definira rob ploskve. Rob pa nam definira smer ploskve!



$$\mathcal{M}_i = \frac{d}{dt} (BS)$$

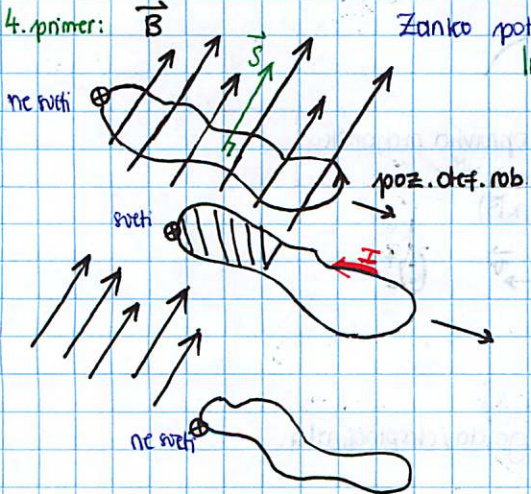
slika zgoraj, B kaže navzdol!

$$\mathcal{M}_i = -\frac{d}{dt} (\vec{B} \cdot \vec{s})$$

tj. $\vec{B}(t) \cdot \vec{s}(t)$

← \mathcal{M}_i poganja I po robu v + smer, rob pa nam definira smer normale ploskve.

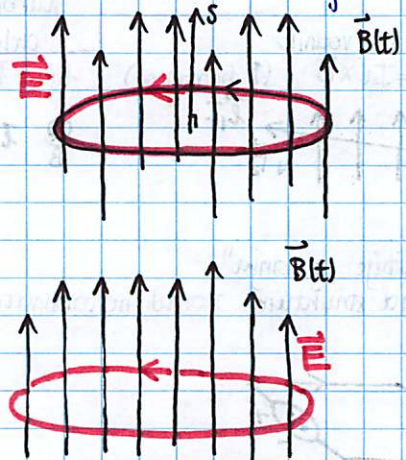
4. primer:



Zanka potegnemo iz magnetnega polja: Indukcijski zakon (Faraday)

$$\mathcal{M}_i = -\frac{d}{dt} (\vec{B} \cdot \vec{s}) = -\frac{d}{dt} \int \vec{B} \cdot d\vec{s}$$

$\vec{B} \dots$ ni nujno homogeno
zanka ni nujno ravninska



pojavi se električno polje vzdolž žice (simetrično)! Povsod na žici se enako inducira!

\vec{B} se s časom zmanjšuje, zanka nimamo, a kljub temu se pojavi električno polje \vec{E} .