

REGIONALNI CENTAR ZA TALENTE VRANJE

**ODREĐIVANJE HORIZONTALNE KOMPONENTE ZEMLJINOG
MAGNETNOG POLJA**

**DETERMINATION OF THE HORIZONTAL COMPONENT OF THE
EARTH'S MAGNETIC FIELD**

Autori:

DIMANIĆ ALEKSANDRA, II razred Gimnazije "Stevan Jakovljević"

MICIĆ MIROSLAV, II razred Gimnazije "Stevan Jakovljević"

Članovi FDV: "Hristifor Crnilović-Kica", Vlasotince

Mentor:

MAJA VELJKOVIĆ

Vlasotince 2013.

**ODREĐIVANJE HORIZONTALNE KOMPONENTE ZEMLJINOG
MAGNETNOG POLJA
DETERMINATION OF THE HORIZONTAL COMPONENT OF THE
EARTH'S MAGNETIC FIELD**

Autori:

DIMANIĆ ALEKSANDRA, II razred Gimnazije "Stevan Jakovljević"

MICIĆ MIROSLAV, II razred Gimnazije "Stevan Jakovljević"

Članovi FDV: "Hristifor Crnilović-Kica", Vlasotince

Mentor: **MAJA VELJKOVIĆ**

Rezime

U ovom radu se govori o magnetizmu, pojavi privlačenja ili odbijanja gvozdениh predmeta. Svaki magnet stvara magnetno polje – prostor u kome deluje sila oko magneta. Zemlja, sa svojim jezgrom, čini jedan veliki magnet, koji, naravno, ima svoje magnetno polje. Magnetno polje Zemlje potiče od kružnog kretanja velike količine naelektrisanja u jezgri. Ovaj rad upravo o tome i govori: o magnetima, magnetnom polju, Zemljinom magnetnom polju itd. Sve to dovodi do rastavljanja na komponente Zemljino magnetno polje, i njihovog određivanja. Ovde se koncentriše na *određivanje horizontalne komponente Zemljinog magnetnog polja*.

Ključne reči: magneti, magnetizam, magnetna igla, linije sila, magnetno polje, magnetno polje

Summary

In this paper it is spoken of magnetism, phenomena of attracting or rejecting iron objects. Every magnet produces a magnetic field. Impact of force in the space around a magnet is called a magnetic field. Earth, with its core, represents one big magnet, which, of course, has its magnetic field. Earth's magnetic field comes from the circular movement of large amounts of electrical charge in the nucleus. This paper precisely talks about that: about magnets, magnetic field, Earth's magnetic field etc. All this leads to the division of the components of the Earth's magnetic field, and their determination. Here we concentrate on the *determination of the horizontal component of the Earth's magnetic field*.

Key words: magnets, magnetism, magnetic needle, force lines, magnetic field, Earth's magnetic field.

UVOD

Kroz istoriju, razni putnici su obilno koristili Zemljino magnetno polje za izstraživanje Zemlje. Međutim, oni nisu bili svesni njegovog porekla. U mnogim pogledima Zemljino magnetno polje ima slične karakteristike kao i magnetna šipka, ali ipak, mehanizmi odgovorni za stvaranje tog polja su vrlo različiti. Linije magnetnog polja izgleda da potiču od južnog geografskog pola, tj. severnog magnetnog pola, a završavaju se blizu severnog geografskog pola, odnosno južnog magnetnog pola. Interesantno je da u blizini Vilmingtona, Severna Karolina linije magnetnog polja ulaze u Zemlju pod ostrim uglom. Ugao inklinacije, koji predstavlja ugao koji magnetna igla kompasa gradi u odnosu na ravan horizonta, iznosi oko 60°.

Pretpostavlja se da su magnetne pojave prvi put primećene još 800 godina pre Hrista u Kini i Evropi. Postoje zapisi grčkog istoričara Plinija o tome da se čuvar stada po imenu Magnus jednom prilikom nagnuo kao da će pasti, jer su mu glave gvođenih čavala u cipelama bile privučene za namagnetisano kamenje. Kao i većina mitova i ova priča ima elemenata preterivanja, no legenda je brzo prihvaćena. Egipćani su magnetizirane stijene zvali kosti Hareoeri. U centralnoj Americi, i Maje su imale svoje legende o magnetima, koje datiraju još pre Kolumbovoga otkrića Amerike. Kinezi su prvi praktično upotrebljavali magnetne materijale za navigaciju oko 100 god. Nove ere. Danas se pouzdano zna da je prvi prirodni magnet zapravo pronađen kao mineralni depozit u stenama, te nazvan magnetit. Te stene su bogate rudom magnetit (Fe_3O_4).

U prirodi prvi magnet je nastao udarom munje (električni izboj) direktno u, ili u neposrednoj blizini stene bogate magnetitom, koja zbog svoje visoke struje, reda veličine 1.000.000 ampera, proizvede snažno magnetno polje koje je namagnetiše.

LISTA SIMBOLA

B – magnetna indukcija

I – jačina struje

μ_0 – magnetna propustljivost – permeabilnost za vakuum

k – magnetna konstanta

r – rastojanje

MAGNETI ; MAGNETNO POLJE

Nekoliko vekova pre naše ere u okolini mesta Magnezija (Mala Azija) pronadjena je gvozdена ruda poznata kao magnetit (Fe_3O_4).



Magnetit je jedna prirodno namagnetisana ruda. Njegova namagnetisanost se pokazuje privlačenjem gvozdenih eksera.

Slika 1, ruda magnetita

Picturte 1, magnetite mineral

Magnetit je mineral, koji je prirodno namagnetisan i ima sposobnost da privuče sitne komadiće gvozdja. Na ovaj način su se naši preci prvi put upoznali sa pojavom magnetizma.

Svako telo koje ima gore navedene osobine i stvara magnetno polje se naziva **magnet**, a pojava privlačenja ili odbijanja gvozdenih predmeta naziva se **magnetizam**.

Magnet se sastoji iz dva pola: severnog i južnog. Fizički je nemoguće imati magnet sa jednim polom tj. jednapol. Prepolovljavanjem magneta dobijaju se samo manji magneti. Zbog toga se magneti i nazivaju dipoli. Magnete možemo podeliti na: permanentne(stalne) i elektromagnete. Stalni se dalje dele na prirodne i vestačke.

Prirodni magneti:

Tu spadaju magneti koji se mogu naći u prirodi, kao komadi magnetita. Prirodni magneti trajno zadržavaju svojstvo da privlače gvozdene predmete.

Vestački magneti:

Oni se dobijaju od različitih supstanci kao što su: gvoždje, volfram, hrom, kobalt, nikl, itd. To su supstance koje su stekle magnetna svojstva vetačkim putem. Kod njih je magnetizam mnogo izraženiji. Obično se prave u obliku: šipke, igle, potkovice, romboida, zvana ili cilindra. Materijali koji mogu da se namagnetišu, a to su oni koje u isto vreme magnet privlači, nazivaju se feromagnetni ili feromagnetne supstance (gvoždje, kobalt, nikl). U vetačke spada i elektromagnet koji se sastoji od kalema sa žicom i jezgra od mekog gvozdja. Oni rade samo dok kroz kalem protiče struja.



Slika 2, razne vrste magneta

Picture 2, different types of magnets

Magnetna igla:

Ako se laki magnet romboidnog oblika obesi o svom težištu (ili podupre iznad njega), uočavamo da se posle određenog broja oscilacija orijentiše u pravcu sever-jug odakle i poticu oznake N i S na magnetima (N-sever ; S-jug). Takav romboidni magnet naziva se *magnetna igla*, a prava koja prolazi kroz sredine magnetnih polova naziva se *magnetna osa magneta*.

Magnetna igla se koristi kod izrade kompasa koji služe za geografsku orijentaciju prema magnetnoj osi Zemlje.



Magnetski kompas

Slika 3, Magnetni kompas

Picture 3, Magnetic compass

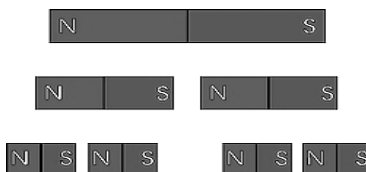
Magnetni polovi imaju sposobnost privlačenja i odbijanja. Istoimeni magnetni polovi se odbijaju, a suprotni se privlače.

Magnetna influencija:

Namagnetisavanje se vrši tako što predmetu od gvoždja prinesemo magnet. Tada ono dobija magnetne osobine. Međutim, ako udaljimo magnet od komada mekog gvoždja, magnetne osobine se gube. Iz ovoga zaključujemo da gvoždje ima magnetna svojstva samo kada se nalazi u blizini stalnog magneta. Ako koristimo tvrdo gvoždje, onda se zadržavaju magnetne osobine.

Elementarni magneti:

Najmanji magneti, od kojih je sastavljen svaki magnet, nazivaju se elementarni magneti.



Slika 4, Elementarni magneti

Picture 4, Elementary magnets

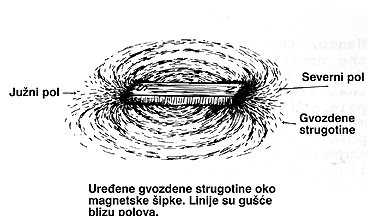
Pre sticanja magnetnih osobina, elementarni magneti su u mekom i tvrdom gvoždju neorijentisani, pa se zbog toga ne ponašaju kao magneti prema okolnoj sredini. Rezultat orijentisanja elementarnih magneta ne mora da bude formiranje samo dva magnetna pola. Mogu se formirati više njih, i mogu biti po dužini i širini magneta.

MAGNETNO POLJE STALNOG MAGNETA

Uticaj sile u prostoru oko magneta naziva se magnetno polje.

Magnetne sile su manifestacija elektrostatičkih sila naelektrisanja u pokretu i mogu se predvideti ako su poznate elektrostatička sila i brzina kretanja (relativno u odnosu na posmatrača) naelektrisanja. One deluju u pravcu određenih linija koje se nazivaju *linije sile*. One su zatvorene, neprekidne linije.

Predstavljanje magnetnog polja linijama sila:

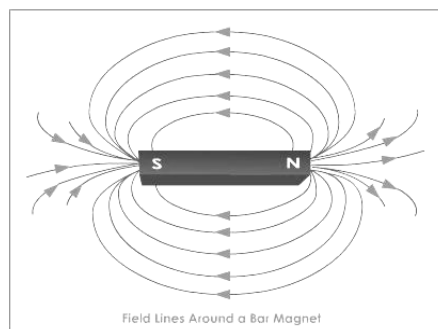


Slika 5, Gvozdene opiljci oko magnetne šipke

Picture 5, The iron particles around the magnet rod

Ako uzmemo opiljke gvoždja i pospemo ih oko magnetne šipke videćemo smer linija sila. Magnetno polje deluje oko magneta, ali ne svuda istim intenzitetom. Polje je jako blizu kraja magnetske šipke da ono zadržava te gvozdene strugotine. Krajevi šipke gde je polje najjače i gde su linije sila najgušće predstavljaju polovi magneta (severni i južni). Rezultat toga je namagnetisavanje gvoždja *influencijom*.

Linijama sile se određuje pravac tako da one izlaze iz severnog pola, a vraćaju se u južni pol magneta. Linije sile u bilo kojoj tački pokazuju smer magnetskog polja u toj tački. Otuda, linije sile jednostavno omogućavaju jednu slikovitu predstavu magnetnog polja koje magnet stvara. Tamo gde su linije sile bliže, magnetsko polje je jače, a gde su redje ono je slabije. Ovo pokazuje da je magnetsko polje jače na polovima nego na bilo kom drugom mestu.



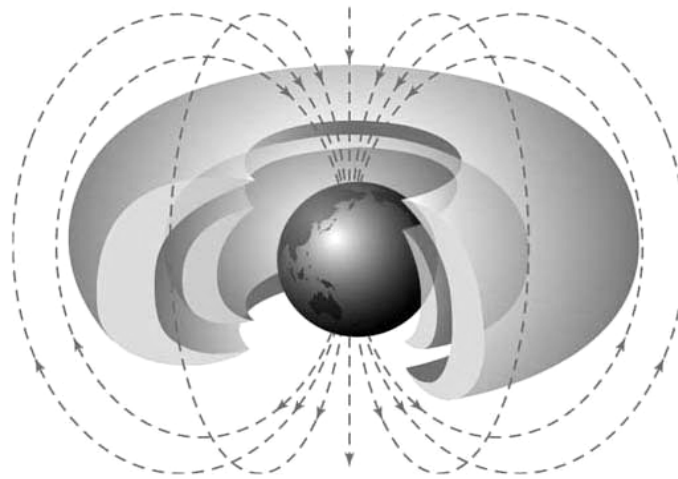
Slika 6, Nепrekidnost linija sila

Picture 6, Continuity of power lines

Magnetno polje predstavlja poseban vid materiji čijim se posredstvom prenosi dejstvo magnetnih sila brzinom svetlosti.

MAGNETNO POLJE ZEMLJE

Magnetno polje Zemlje može se predstaviti kao polje magnetskog dipola, čiji se jedan pol nalazi u blizini severnog geografskog pola, a drugi u blizini južnog geografskog pola.



Slika 7, Magnetno polje Zemlje

Picture 7, Earth's magnetic field

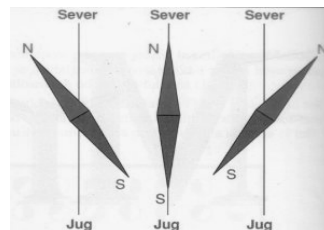
Svako od nas je bar jednom držao kompas u ruci i video da magnetna igla pokazuje prema severu, ali to nije bas tako. Magnetna igla kompasa ne pokazuje tacno prema geografskom severnom polu. Magnetni polovi se ne poklapaju sa geografskim. Magnetizam potiče iz jezgra Zemlje, gde vrtložna gibanja rastopljenog gvoždja stvaraju električna i magnetska polja. Zemljino magnetno polje se proteže daleko u svemir i oko planete stvara „magnetski mehur“ koji štiti Zemlju od sunčevog vetra. Magnetski polovi nalaze oko 2500km jedan od drugog, što znači da su unutar Zemlje.

Linija koji spaja magnetne polove Zemlje naziva se magnetna osa Zemlje. Ona se ne poklapa sa osom rotacije, vec stoji pod izvesnim uglom.

Magnetna deklinacija:

Ugao između Zemljinog geografskog i magnetnog polja naziva se deklinacioni ugao. Deklinacija se obeležava sa D , a meri se magnetnom iglom, posebne konstrukcije, koja se okreće oko vertikalne ose, koja se naziva deklinaciona osa.

Ugao deklinacije je različit na pojedinim tačkama na Zemlji.



Slika 8, Skretanje deklinacione igle

Krivo linije koje spajaju tačke iste deklinacije nazivaju se izokline. Picture 8, Turning of the declination needle

važan za precizno orijentisanje u prostoru, o čemu se strogo vodi računa u avionskom saobraćaju i raketnoj tehnici. Magnetska deklinacija je u stvari odstupanje geografskog pravca sever-jug od pravca koji pokazuje magnetna igla. Ako igla skrene udesno deklinacija je istočna, a ako skrene ulevo onda je zapadna.

Magnetna inklinacija:

Magnetna igla se može vrteti u vertikalnoj ravni. Ona se postavlja pod nekim uglom i u toj ravni. Taj ugao se naziva inklinacioni ugao ili inklinacija. Ta igla namenjena merenju inklinacionog ugla se naziva se inklinaciona igla. Za različite tačke na Zemlji inklinacija ima različite vrednosti (od 0° do 90°).

Linije koje povezuju tačke iste inklinacije nazivaju se izokline.

Inklinaciona igla pokazuje pravac i smer magnetnog polja Zemlje. Ako se jačina ovog polja oznaci sa B , onda se ona može rastaviti na horizontalnu komponentu B_h i vertikalnu komponentu B_v . Jačina magnetnog polja Zemlje B u nekoj tački dobija se merenjem horizontalne komponente ovog polja B_h . Ona se zatim izračunava pomoću obrasca $B = B_h / \cos i$.

Prema tome postoji i treći element koji određuje Zemljinu magnetno polje u nekoj tački na njenoj površini, a to je **horizontalna komponenta Zemljinog magnetnog polja**.

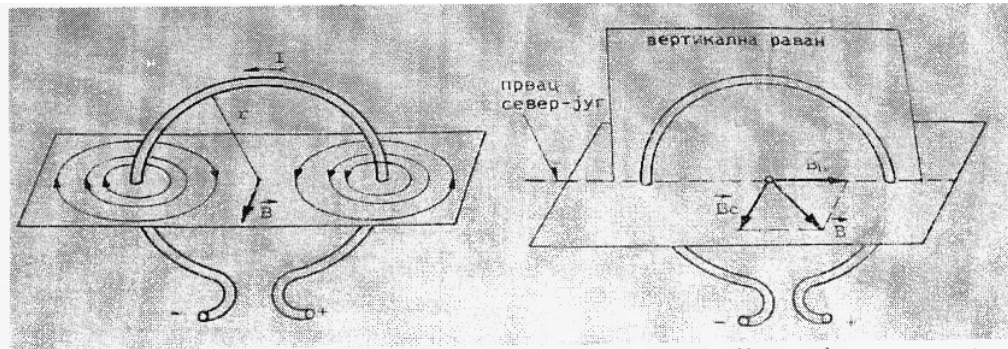
ODREDJIVANJE HORIZONTALNE KOMPONENTE ZEMLJINOG MAGNETNOG POLJA

Magnetna igla postavljena na vertikalnu osovinu može se slobodno obrtati u horizontalnoj ravni. Pod dejstvom horizontalne komponente B_h Zemljinog magnetnog polja, ona zauzima pravac sever-jug. Međutim, ako je sem magnetnog polja Zemlje prisutno još i neko drugo magnetno polje, igla će se postaviti u pravcu vektora B rezultujućeg magnetnog polja. Na tome se zasniva određivanje intenziteta B_h horizontalne komponente Zemljinog magnetnog polja. Kao drugo, dotadno, koristi se magnetno polje „kružne struje”. U centru kružnog zavojka vektor magnetne indukcije ovog polja normalan je na ravan zavojka i ima intenzitet:

$$B_c = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot r}$$

gde je I jačina kružne struje, a r poluprečnik kružnog zavojka. Kada umesto jednog zavojka imamo kružni kalem koji se sastoji od n zavojaka onda je intenzitet magnetne indukcije u centru kalema:

$$B_c = \frac{\mu_0 \cdot n \cdot I}{2 \cdot r}$$



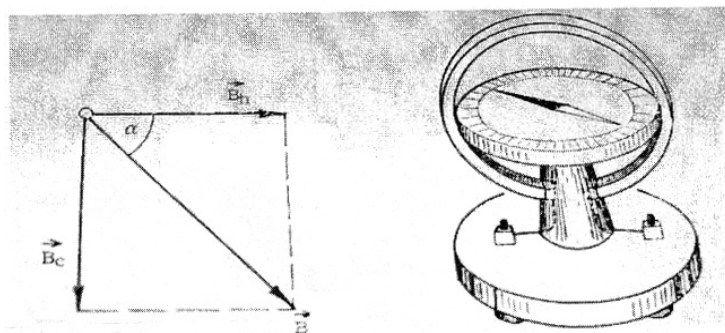
Slika 8, Magnetno polje u centru kalema pri proticanju struje
Picture 8, The magnetic field in the center of the coil during current flow

Ako je ravan kalema vertikalna u pravcu sever-jug koji zauzima magnetna igla, onda ce u centru kalema horizontalna komponenta B_h Zemljinog magnetnog polja biti normalna na B_c . Tada u toj tački vektor B rezultujućeg magnetnog polja ima pravac koji sa pravcem B_h gradi ugao. Sa vektorskog dijagrama vidi se da je $\text{tg } \alpha = B_c/B_h$, odnosno $B_h = B_c/\text{tg } \alpha$.

Kada se ovde zameni izraz B_c dobija se:

$$B_h = \frac{\mu_0 \cdot n \cdot I}{2 \cdot r \cdot \text{tg } \alpha}$$

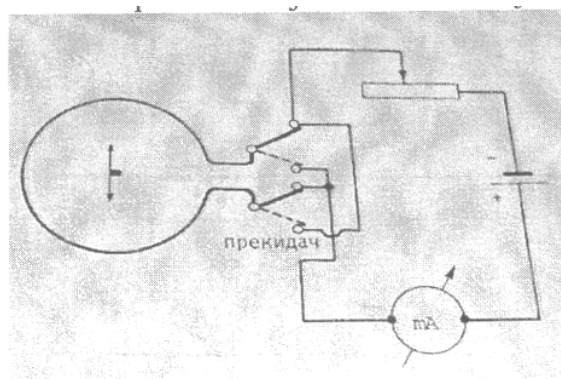
Odredjivanjem ugla α izmedju pravca rezultujućeg B i B_h može se iz ove formule izračunati B_h . Taj ugao se određuje pomoću tzv. tangentnog galvanometra. Tangentni galvanometar se sastoji od kružnog kalema pričvršćenog na postolju tako da je u vertikalnoj ravni. U centru kalema se nalazi mala magnetna igla koja se, budući oslonjena na vertikalni šiljak, može slobodno obrtati u horizontalnoj ravni. Za iglu je učvršćena kazaljka koja se nalazi iznad ugaone skale. Igla je veoma mala u odnosu na poluprečnik r , te se može smatrati da se nalazi u oblasti približno homogenog magnetnog polja kalema. Magnetna igla zauzima položaj uvek u pravcu rezultujućeg magnetnog polja. Pre propuštanja struje kroz kalem, igla je u pravcu B_h i kalem se postavi takodje u taj pravac. Kada se kroz kalem propusti struja jačine I , igla će skrenuti iz pravca sever-jug za ugao α i ostati u pravcu rezultujućeg polja sve dok se struja propušta. Merenje tog ugla i jačine struje I nalazi se iz navedene formule B_h .



Slika 9, Grafički prikaz razlaganja vektora magnetne inducije na komponente

Picture 9, Graphical display of the separation of the vector of the magnetic induction on components

Sem tangentnog galvanometra, potrebni su još: izvori struje, reostat, miliampermetar i prekidač kojim se može menjati smer struje u kalem.



Slika 10, Kružni provodnik u magnetnom polju
 Picture 10, Circular conductor in a magnetic field

Merenje:

Kalem se postavi u pravcu koji zauzima magnetna igla. Uključi se struja i pomoću reostata se njena jačina podesi tako da igla skrene za ugao koji se može lako očitati (ceo broj podeljaka). Nakon očitavanja ugla, ne menjajući njenu jačinu, prekidačem se promeni smer struje u kalem. Iгла sada skreće na suprotnu stranu za ugao α_2 . Za skretanje igle pri datoj jačini struje uzima se srednja vrednost (aritmetička sredina) ove dve vrednosti.

Na ovaj način otklanja se greška određivanja tog ugla koja nastaje usled nepotpunog poklapanja pravca kalema sa pravcem B_h .

Zatim se promeni jačina struje i ceo postupak određivanja igle se ponovi. To treba uraditi za 4-5 različitih vrednosti jačina struje. Za svaku vrednost jačine struje izračuna se $tg \alpha$ i B_h po naznačenoj formuli. Rezultati se zatim ubeleže u prikazanu tabelu:

	I	α	$tg \alpha$	B_h
I_1	90mA	28	0.53	$4.51 \cdot 10^{-5} T$
I_2	80mA	26	0.48	$4.48 \cdot 10^{-5} T$
I_3	100mA	33	0.64	$4.20 \cdot 10^{-5} T$
I_4	110mA	33	0.64	$4.55 \cdot 10^{-5} T$
I_5	100mA	30	0.58	$4.62 \cdot 10^{-5} T$

Tabela 1, Rezultati merenja horizontalne komponente Zemljinog magnetnog polja
 Table 1, The results of measurements of the horizontal component of the Earth's magnetic field

Kao konačni rezultat uzima se srednja vrednost rezultata dobijenih za sve veličine.

$$B_h = \frac{B_{h1} + B_{h2} + B_{h3} + B_{h4} + B_{h5}}{5}$$
$$B_h = 4.47 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

ZAKLJUČAK

Na osnovu osnovnih karakteristika magnetnog polja Zemlje i pod dejstvom horizontalne komponente magnetnog polja zaključujemo da sem magnetnog polja Zemlje je prisutno i neko drugo magnetno polje, što će pokazati igla koja se postavlja u pravcu vektora magnetne indukcije (B) rezultujućeg magnetnog polja. Na osnovu toga zaključili smo da za određivanje intenziteta horizontalne komponente Zemljinog magnetnog polja uspevamo na osnovu postavljenog ogleđa.

LITERATURA

[1.] M. Raspopović, *Fizika za II i III razred gimnazije prirodno-matematičkog smera*, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva Beograd

[2.] N. Čaluković i N. Kadelburg, *Fizika za II razred matematičke gimnazije*, „Krug“ Beograd

www.wikipedia.org