

Elektromagnetska indukcija

Razvijanje funkcionalnog razumijevanja koncepta električnog napona u elektrostatici, elektrodinamici i elektromagnetizmu

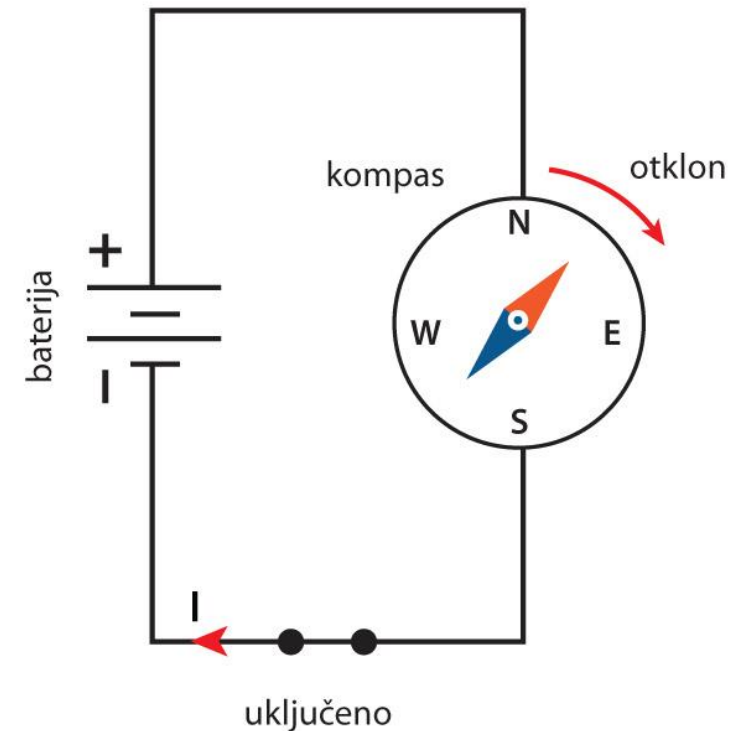
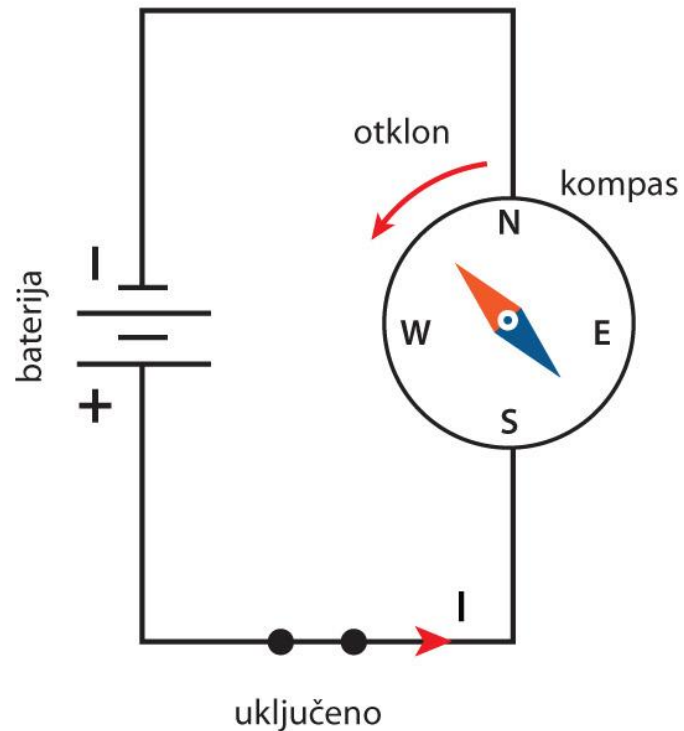
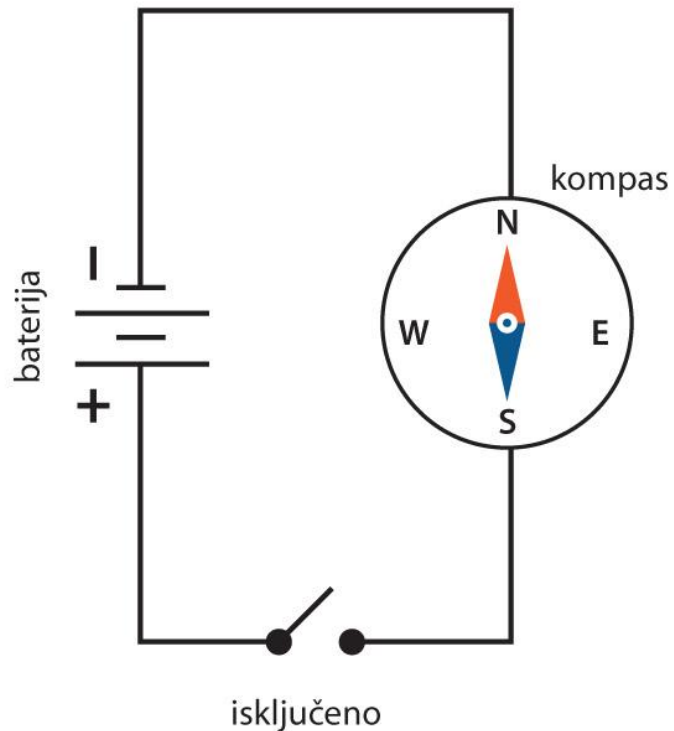
M. Planinić, K. Jeličić, K. Matejak Cveniće, P. Plavšić

Predmetni ishodi

ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA
FIZ OŠ B.8.1. Povezuje razdvajanja električnog naboja s električnom strujom i naponom.	Opisuje međudjelovanje električnih naboja. Objašnjava električnu struju u metalima i elektrolitima. Opisuje razdvajanje električnih naboja u bateriji. Opisuje elektromagnetske indukcije.
FIZ SŠ B.3.3. Analizira elektromagnetsku indukciju i primjene.	Prepoznaje, definira i opisuje pojavu induciranja električnog napona u zavojnici međusobnim gibanjem magneta i zavojnice. Matematički opisuje i primjenjuje magnetski tok. Matematički opisuje i primjenjuje Faradayev zakon. Analizira primjene elektromagnetske indukcije.
FIZ SŠ B.3.8. Rješava fizičke probleme.	Izabire potrebne informacije i primjenjiva fizička načela. Matematički modelira situacije i računa potrebne fizičke veličine.
FIZ SŠ B.3.10. Istražuje fizičke pojave.	Istražuje pojavu s pomoću pokusa.

UVODNI DIO SATA

Je li moguć obrat Oerstedovog pokusa?



Pokus 1: Demonstriranje EM indukcije

OPIS POKUSA: Pomicat ćemo magnet unutar zavojnice te promatrati što se događa na galvanometru

OPAŽANJA:

ZAKLJUČAK:

Pokus 1: Demonstriranje EM indukcije

OPIS POKUSA: Pomicat ćemo magnet unutar zavojnice te promatrati što se događa na galvanometru

OPAŽANJA: Kroz zavojnicu je protekla struja dok se pomicao magnet što možemo opaziti otklanjanjem kazaljke iako nemamo bateriju.

ZAKLJUČAK: Pomicanjem magneta unutar zavojnice inducirala se struja kroz zavojnicu. Smjer struje mijenjao se ovisno o tome umećemo li ili izvlačimo magnet. Da bi se inducirala struja morao se inducirati i napon.

Elektromagnetska indukcija

SREDIŠNJI DIO SATA

IP: Koje fizikalne veličine utječu na inducirani napon? Kako dobiti što veći inducirani napon?

IP: Koje fizikalne veličine utječu na inducirani napon? Kako dobiti što veći inducirani napon?

Učeničke pretpostavke:

→ jakost magneta

→ broj namotaja na zavojnici

→ brzina umetanja magneta

→ vrsta zavojnice, debljina zavojnice, veličina magneta...

Pokus 2: Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magneta?

Na što moramo obratiti pažnju pri izvođenju ovog pokusa?

OPIS POKUSA:

PREDVIĐANJA: Prije izvođenja pokusa učenike pitati za predviđanje.

OPAŽANJE:

DRŽIMO KONSTANTNO	MIJENJAMO	KAKO MIJENJAMO	OTKLON
Jakost magneta Broj namotaja zavojnice	Brzinu pomicanja magneta	Sporije	
		Brže	

OPAŽANJE:

DRŽIMO KONSTANTNO	MIJENJAMO	KAKO MIJENJAMO	OTKLON
Jakost magneta Broj namotaja zavojnice	Brzinu pomicanja magneta	Sporije	Manji
		Brže	

OPAŽANJE:

DRŽIMO KONSTANTNO	MIJENJAMO	KAKO MIJENJAMO	OTKLON
Jakost magneta Broj namotaja zavojnice	Brzinu pomicanja magneta	Sporije	Manji
		Brže	Veći

ZAKLJUČAK: Inducirani napon ovisi o brzini gibanja magneta na način da ako magnet izvlačimo većom brzinom, inducira se veći napon

Pokus 3: Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magneta?

Pokus 4: Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?

DRŽIMO KONSTANTNO	MIJENJAMO	KAKO MIJENJAMO	OTKLON
Jakost magneta Broj namotaja zavojnice	Brzinu pomicanja magneta	Sporije	Manji
		Brže	Veći
Brzinu umetanja magneta Broj namotaja zavojnice	Jakost magneta	Slabije	Manji
		Jače	Veći
Jakost magneta Brzinu pomicanja magneta	Broj namotaja zavojnice	Manje	Manji
		Više	Veći

IP: Koje fizikalne veličine utječu na inducirani napon? Kako dobiti što veći inducirani napon?

ODGOVOR NA IP:

IP: Koje fizikalne veličine utječu na inducirani napon? Kako dobiti što veći inducirani napon?

ODGOVOR NA IP: Inducirani napon ovisi o brzini kretanja magneta kroz zavojnicu, broju namotaja zavojnice i jakosti magnetskog polja magneta. Što je nešto od te tri veličine veće, veći je i inducirani napon.

Kako objasniti, povezati i matematički opisati ove rezultate?

Potrebna nam je nova fizikalna veličina → magnetski tok kroz plohu

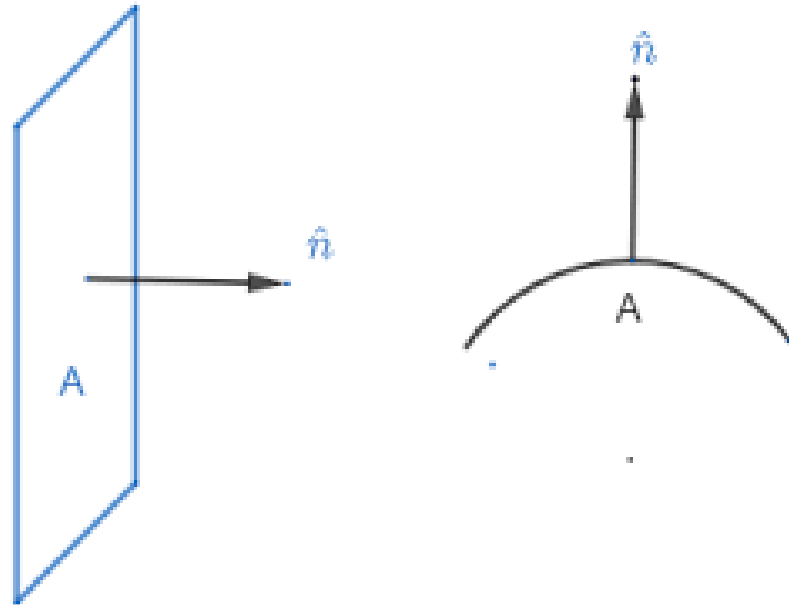
O čemu ovisi magnetski tok kroz plohu?

Površini plohe A i magnetskom polju B.

Mehanički model

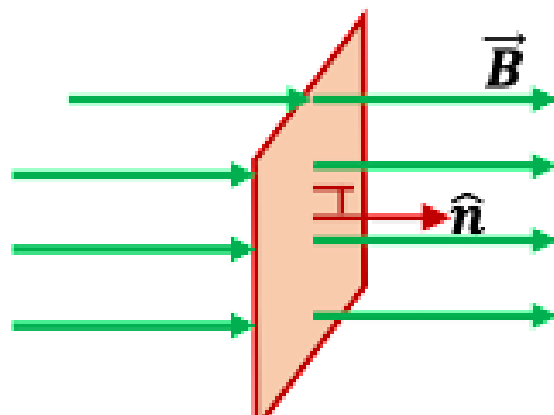
- U kakvom su odnosu papir i čavlići kako bismo dobili najveći tok?
- Papir i čavlići su okomiti
- U kakvom su odnosu papir i čavlići kako bismo dobili najmanji tok?
- Papir i čavlići su paralelni
- Kako bi se tok kroz papir mijenjao između tih dvaju položaja?
- Tok se smanjuje

U fizici je uobičajeno pridružiti plohi vektor, čija je duljina jednaka iznosu površine te plohe, a smjer okomit na plohu \rightarrow vektor površine

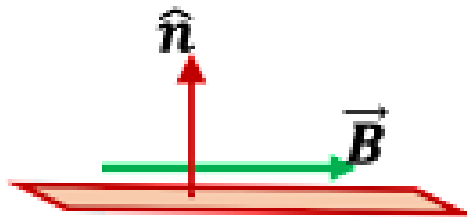


Mehanički model

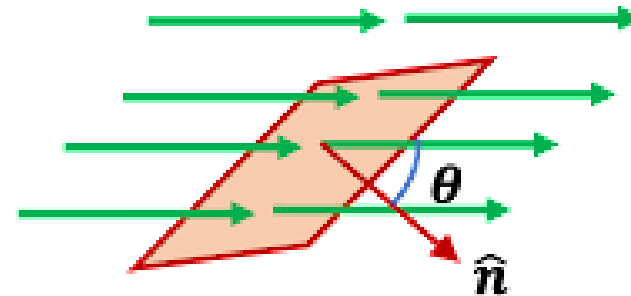
- U kakvom su odnosu vektor površine i čavlići kako bismo dobili najveći tok?
- Vektor površine i čavlići su paralelni
- U kakvom su odnosu vektor površine i čavlići kako bismo dobili najmanji tok?
- Vektor površine i čavlići su okomiti



$$\theta = 0^\circ$$



$$\theta = 90^\circ$$



$$0^\circ < \theta < 90^\circ$$

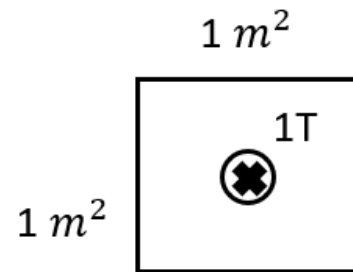
Kojom trigonometrijskom funkcijom možemo opisati tu ovisnost?

Kosinusom.

$$\Phi_B = BA \cos \theta$$

Mjerna jedinica za magnetski tok je veber [Wb].

Čemu bi bio jednak magnetski tok iznosa jedan veber?



Je li nam dovoljan samo magnetski tok za pojavu elektromagnetske indukcije?

Potrebna nam je PROMJENA magnetskog toka.

$$\Phi_B = BA \cos \theta$$

Faradayev zakon

$$U_{ind} = -N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

Na koje načine možemo promijeniti magnetski tok kroz neku plohu?

ZAVRŠNI DIO SATA

APLIKACIJSKI POKUSI

CILJ: objasniti istraživačke pokuse i pojavu induciranog napona pomoću magnetskog toka

Broj pokusa	Naziv		Magnetski tok kroz plohu	Promjena magnetskog toka
2	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magneta?	Magnet izvlačimo sporije iz zavojnice		
		Magnet izvlačimo brže iz zavojnice		
		Magnet miruje u zavojnici		
3	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magneta?			
4	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?			

Broj pokusa	Naziv		Magnetski tok kroz plohu	Promjena magnetskog toka
2	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magneta?	Magnet izvlačimo sporije iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo brže iz zavojnice		
		Magnet miruje u zavojnici		
3	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magneta?			
4	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?			

Broj pokusa	Naziv		Magnetski tok kroz plohu	Promjena magnetskog toka
2	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magneta?	Magnet izvlačimo sporije iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo brže iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet miruje u zavojnici		
3	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magneta?			
4	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?			

Broj pokusa	Naziv		Magnetski tok kroz plohu	Promjena magnetskog toka
2	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magneta?	Magnet izvlačimo sporije iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo brže iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet miruje u zavojnici	Postoji	Ne postoji
3	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magneta?			
4	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?			

Pokus 2: Što se događalo s magnetskim tokom kroz plohu pri promjeni brzine umetanja magneta?

PITANJE ZA RASPRAVU: Kakva je promjena toka pri izvlačenju magneta iz zavojnice, a kakvo je vrijeme izvlačenja magneta iz zavojnice?

$$U_{ind} = -N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t}$$

Broj pokusa	Naziv		Magnetski tok kroz plohu	Promjena magnetskog toka
2	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magnetu?	Magnet izvlačimo sporije iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo brže iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet miruje u zavojnici	Postoji	Ne postoji
3	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magnetu?	Jači magnet izvlačimo iz zavojnice		
		Slabiji magnet izvlačimo iz zavojnice		
		Nema magnetu		
4	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?			

Broj pokusa	Naziv		Magnetski tok kroz plohu	Promjena magnetskog toka
2	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magnetu?	Magnet izvlačimo sporije iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo brže iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet miruje u zavojnici	Postoji	Ne postoji
3	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magnetu?	Jači magnet izvlačimo iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Slabiji magnet izvlačimo iz zavojnice		
		Nema magnetu		
4	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?			

Broj pokusa	Naziv		Magnetski tok kroz plohu	Promjena magnetskog toka
2	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magnetu?	Magnet izvlačimo sporije iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo brže iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet miruje u zavojnici	Postoji	Ne postoji
3	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magnetu?	Jači magnet izvlačimo iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Slabiji magnet izvlačimo iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Nema magnetu		
4	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?			

Broj pokusa	Naziv		Magnetski tok kroz plohu	Promjena magnetskog toka
2	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magnetu?	Magnet izvlačimo sporije iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo brže iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet miruje u zavojnici	Postoji	Ne postoji
3	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magnetu?	Jači magnet izvlačimo iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Slabiji magnet izvlačimo iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Nema magnetu	Ne postoji	Ne postoji
4	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?			

POKUS 3: Što se događalo s magnetskim tokom kroz plohu pri promjeni jakosti magneta?

PITANJA ZA RAPRAVU: Kako mijenjamo magnetski tok kroz plohu ako mijenjamo jakost magneta? Što nam omogućava ista brzina izvlačenja magneta iz zavojnice te isti broj namotaja zavojnice?

$$\Phi_B = BA \cos \theta$$

$$U_{ind} = -N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

Broj pokusa	Naziv		Magnetski tok kroz plohu	Promjena magnetskog toka
2	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magnetu?	Magnet izvlačimo sporije iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo brže iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet miruje u zavojnici	Postoji	Ne postoji
3	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magnetu?	Jači magnet izvlačimo iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Slabiji magnet izvlačimo iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Nema magnetu	Ne postoji	Ne postoji
4	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?	Magnet izvlačimo iz zavojnice s većim brojem namotaja		
		Magnet izvlačimo iz zavojnice s manjim brojem namotaja		

Broj pokusa	Naziv		Magnetski tok kroz plohu	Promjena magnetskog toka
2	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magnetu?	Magnet izvlačimo sporije iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo brže iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet miruje u zavojnici	Postoji	Ne postoji
3	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magnetu?	Jači magnet izvlačimo iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Slabiji magnet izvlačimo iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Nema magnetu	Ne postoji	Ne postoji
4	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?	Magnet izvlačimo iz zavojnice s većim brojem namotaja	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo iz zavojnice s manjim brojem namotaja		

Broj pokusa	Naziv		Magnetski tok kroz plohu	Promjena magnetskog toka
2	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o brzini umetanja magneta?	Magnet izvlačimo sporije iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo brže iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Magnet miruje u zavojnici	Postoji	Ne postoji
3	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o jakosti magnetskog polja magneta?	Jači magnet izvlačimo iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Slabiji magnet izvlačimo iz zavojnice	Postoji	Postoji
		Nema magneta	Ne postoji	Ne postoji
4	Kako inducirani napon (kvalitativno) ovisi o broju namotaja zavojnice?	Magnet izvlačimo iz zavojnice s većim brojem namotaja	Postoji	Postoji
		Magnet izvlačimo iz zavojnice s manjim brojem namotaja	Postoji	Postoji

POKUS 3: Što se događalo s magnetskim tokom kroz plohu pri promjeni broja namotaja zavojnice?

PITANJA ZA RAPRAVU: Kako mijenjamo magnetski tok kroz plohu ako mijenjamo broj namotaja zavojnice? Što nam omogućava ista brzina izvlačenja magneta iz zavojnice te korištenje istog magneta?

$$\Phi_B = BA \cos \theta$$

$$U_{ind} = -N \frac{\Delta \Phi_B}{\Delta t}$$

Faradayev zakon

$$U_{ind} = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Pokus 5: Ovisnost induciranog napona o gibanju zavojnice

OPIS POKUSA:

OPAŽANJE:

ZAKLJUČAK: Pomicanjem zavojnice oko magneta inducirao se napon na krajevima zavojnice. Jedan od načina induciranja struje i napona je relativno gibanje zavojnice i magneta.

Hvala na pažnji!