

Էլեկտրամագնիսական մակաձման երևույթը հեղուկ և պլազմային հաղորդիչներում

Դրմեյան Հենրիկ

Հանգուցային բառեր. ինքնաշեն սարք, ուսուցիչ, Ֆիզիկա, մեթոդներ, գազանման միջավայր, կոնտուր, լաբորատոր սարքեր

Շամանակի հրամայականն է դպրոցական ֆիզիկայի բովանդակությունը, այսօրվա գիտատեխնիկական առաջընթացի պայմաններում և թելադրանքով, անընդհատ նորացնել և հարստացնել: Այս առումով ֆիզիկայի ուսուցչից պահանջվում է լայնորեն օգտագործել տեղեկատվության լրացուցիչ աղբյուրներ ու նորագույն տեխնոլոգիաներ (բազմամիջավայր միջոցներ), ինքնաշեն սարքեր ու նոր ցուցադրական փորձեր, որոնք թույլ կտան անընդհատ ստեղծագործական փնտրտուքի միջոցով և փորձարկմամբ հարստացնել ֆիզիկայի բովանդակությունը, իհարկե, եթե այդ լրացուցիչ նյութերը լինեն մեթոդապես ճիշտ մշակված և դիդակտիկական առումով արդյունավետ օգտագործված, ինչն էլ այս հետազոտության նպատակն է: Նպատակն իրականացվում է երկու կոնկրետ օրինակների միջոցով:

Վերջին տասնամյակում Հայաստանի Հանրապետության կրթական համակարգում լուրջ բարեփոխումներ են տեղի ունեցել: Փոխվել են կրթության ընդհանուր ռազմավարությունը, կրթական չափորոշիչները, ծրագրերն ու դասագրքերը, ուսուցման կազմակերպման ձևերն ու մեթոդները, գնահատման համակարգը: Սակայն կրթության ոլորտում հիմնարար բարեփոխումների իրականացումը դանդաղ է ընթանում, ինչը հանգեցրել է նրան, որ կուտակվել են բազմաթիվ խնդիրներ, որոնք առաջնահերթ լուծումներ են պահանջում: Դրանցից է բնագիտական առարկաների նկատմամբ ընդհանրապես, «Ֆիզիկա» առարկայի նկատմամբ մասնավորապես, աշակերտների վերջին տարիներին նկատվող հետաքրքրության նվազումը: Գոյություն ունեն աշակերտների մոտ «Ֆիզիկա» առարկայի նկատմամբ հետաքրքրություններ առաջացնելու տարբեր ուղիներ: Դրանցից մեկը, մեր կարծիքով, այդ առարկայի ուսումնական ծրագրերով նախատեսված ցուցադրական և լաբորատոր փորձերի կազմակերպումն ու անցկացումն է նոր տեխնիկական միջոցների օգտագործմամբ [1]: Մյուսն, ինչպես ցույց է տալիս փորձը, ուսուցման ավանդական մեթոդների և նորագույն տեխնիկական միջոցների զուգակցումն է [2], որն ավելի ընկալելի կդարձնի ֆիզիկական հասկացություններն ու օրենքները, կնպաստի աշակերտների մոտ կայուն հետաքրքրությունների ձևավորմանը, առարկան կդարձնի գրավիչ, հետևաբար և կօգնի ֆիզիկայի ուսուցչին ակտիվացնելու սովորողների ստեղծագործական գործունեությունը: «Ֆիզիկա» առարկայի ուսուցումը, անշուշտ, էլ ավելի արդյունավետ կլինի, եթե ուսուցչին օգտվի նոր ցուցադրական փորձերից, ինքնաշեն սարքերից ու կայանքներից, ինչպես նաև որոշ լաբորատոր աշխատանքներ տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ծրագրակազմային միջոցներով կազմակերպելու և անցկացնելու պրակտիկայից [4]: Արդյունքում սովորողների համար գիտության և տեխնիկայի մեջ օրյեկտիվ նշանակություն ունեցող «Ֆիզիկա» առարկան կդառնա սուրբ-

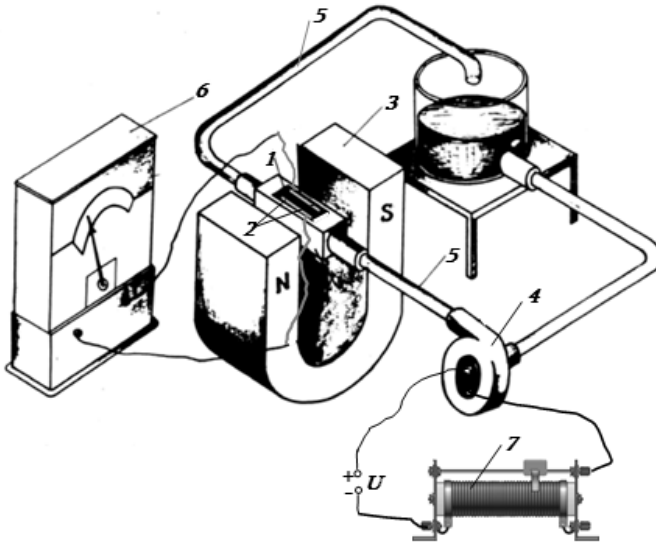
յեկտիվ անհրաժեշտություն և, անշուշտ, ֆիզիկայի նկատմամբ նրանց հետաքրքրությունը կաճի, հետևաբար և կձևավորվի սովորելու ցանկություն:

Փորձենք համառոտակի ներկայացնել երկու կոնկրետ նյութ, որոնք հնարավորություն են տալիս ուսուցչին առանց ուսուցման տրամաբանական ընթացքը խախտելու, մեր կողմից պատրաստված լաբորատոր սարքերի միջոցով, աշակերտներին ծանոթացնել հեղուկներում և պլազմայում (գազանման միջավայրում) էլեկտրամագնիսական մակաձման հոսանքի առաջացման մեխանիզմին: Էլեկտրամագնիսական մակաձման երևույթի ուսումնասիրությունը հեղուկ և պլազմային հաղորդիչներում, մեր կարծիքով, կընդլայնի սովորողների պատկերացումներն այդ երևույթի վերաբերյալ, կնպաստի նրանց գիտելիքների հարստացմանն ու ամրապնդմանը: Այստեղ նրանք հստակ կտեսնեն, որ մակաձման հոսանք կարող է ծագել բոլոր տեսակի հաղորդիչներում՝ լինի դա պինդ, հեղուկ թե գազային, և կհասկանան, որ մակաձման երևույթը կրում է ընդհանուր բնույթ. այն դիտվում է ոչ միայն պինդ, այլև հեղուկային և պլազմային փակ հաղորդիչ կոնտուրներում: Այսինքն՝ ցանկացած փակ հաղորդիչ կոնտուրում կծագի մակաձման հոսանք, հետևաբար նաև մակաձման էլՇՈՒ, եթե փակ կոնտուրով սահմանափակված մակերևույթով կա մագնիսական հոսքի փոփոխություն՝ անկախ այդ փոփոխության առաջացման պատճառներից:

Նյութի մատուցումն սկսում ենք նրանից, որ գոյություն ունի մագնիսական դաշտում գտնվող հաղորդիչի մեջ էլՇՈՒ-ի առաջացման երկու մեխանիզմ [3]՝ առաջին, երբ հաղորդիչն անշարժ վիճակում գտնվում է ժամանակի ընթացքում փոփոխվող մագնիսական դաշտում: Այս դեպքում նրանում էլՇՈՒ-ի առաջացման պատճառը մրրկային էլեկտրական դաշտի ի հայտ գալն է, որը շարժման մեջ է դնում հաղորդչում առկա ազատ լիցքակիր մասնիկներին՝ առաջացնելով մակաձման հոսանք: Երկրորդ, երբ հաղորդիչը շարժվում է ժամանակի ընթացքում անփոփոխ մագնիսական դաշտում: Այս դեպքում նրանում էլՇՈՒ-ի առաջացման պատճառը հաղորդչում գտնվող ազատ լիցքերի վրա մագնիսական դաշտի կողմից ազդող Լորենցի ուժն է: Այնուհետև անցնում ենք հաղորդիչներում մակաձման երևույթի հայտնագործման պատմական տեղեկություններին՝ սկզբում վկայակոչելով էլեկտրամագնիսական մակաձման երևույթի վերաբերյալ Ֆարադեյի մոտ տասը տարվա հետազոտությունները, որոնց արդյունքում 1831թ. նրան հաջողվեց փորձով ապացուցել, որ փոփոխական մագնիսական դաշտը հաղորդիչ կոնտուրում ստեղծում է էլեկտրական հոսանք: Այնուհետև ընդհանրացնելով կատարված փորձերի արդյունքները՝ նա եկավ այն եզրակացության, որ փակ հաղորդիչ կոնտուրում մակաձման հոսանք առաջանում է միայն այն դեպքում, երբ կոնտուրով սահմանափակված մակերևույթ թափանցող մագնիսական ինդուկցիայի գծերի թիվը (մագնիսական հոսքը) փոփոխվում է անկախ այդ փոփոխության առաջացման պատճառներից: Պետք է նշել, որ ժամանակին Ֆարադեյն ուսումնասիրել է նաև Երկրի մագնիսական դաշտում շարժվող գետերի և ծովային հոսանքների օգնությամբ մակաձման հոսանքների ստացման հնարավորությունները և իր կատարած փորձերով հաստատել այն փաստը, որ թույլ մակաձման հոսանքներ կարելի է ստանալ նաև փակ կոնտուրով հոսող հեղուկ հաղորդիչներում: Բանն այն է, որ հեղուկի լամինար հոսանքի դեպքում նրա տարբեր շերտերն ունեն տարբեր

արագություններ: Օրինակ՝ գետերում հեղուկի արագությունն անմիջապես հատակի մոտ հավասար է զրոյի և աճում է ջրի մակերևույթին մոտենալիս:

Այս նախապատրաստական աշխատանքը կատարելուց հետո անցնում ենք մեր կողմից առաջարկված ցուցադրական փորձի կառուցվածքի և աշխատանքի սկզբունքի ներկայացմանը: Այս աշխատանքում նախ կներկայացնենք էլեկտրամագնիսական մակաձման երևույթը հեղուկ հաղորդիչներում ցուցադրող փորձը, իսկ այնուհետև՝ զագային (պլազմային) հաղորդիչներում:



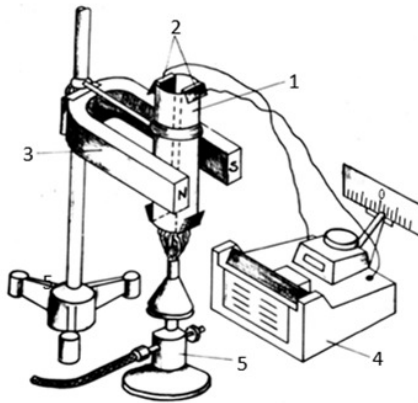
Նկար 1. Մակաձման երևույթը հեղուկ հաղորդիչներում ցուցադրող սարքի սխեման

Մարքը, որի օգնությամբ կարող ենք ցուցադրել մակաձման երևույթը հեղուկ հաղորդիչներում, պատկերված է նկ. 1-ում: Այն կազմված է $20 \times 30 \times 50$ մմ չափեր ունեցող օրգանական ապակույց, որի վրա փորված է ուղղանկյուն հատույթով փոսիկ (ջրանցք) (1): Ապակու երկու ծայրերին բացված են 5 մմ տրանագծով հորիզոնական անցքեր՝ հեղուկը ջրանցք մտնելու և դուրս գալու համար: Ջրանցքի ներքին կողային պատերին իրար նկատմամբ զուգահեռ կերպով տեղադրված են պղնձյա երկու հարթ էլեկտրոդներ (2): Օրգանական ապակին, հետևաբար և ջրանցքը, տեղավորված են հաստատուն մագնիսի կամ էլեկտրամագնիսի (3) բևեռների միջև այնպես, որ մագնիսական դաշտի ուժգեղն ուղղահայաց լինեն էլեկտրոդներին: Մղիչ պոմպի (4) միջոցով, որը խողովակներով (5) միացված է ջրանցքին և հաղորդիչ հեղուկով լցված անոթին, հեղուկը կարող է անընդհատ շրջանառություն կատարել՝ անցնելով մագնիսական դաշտում տեղավորված ջրանցքով: Պոմպի շղթայում մտցված ռետոստատի (7) միջոցով կարող ենք կարգա-

վորել հաղորդիչ հեղուկի հոսքի արագությունը, իսկ ցուցադրական գալվանոմետրի (6) միջոցով գրանցել մակաձման հոսանքը: Ցուցադրման համար իբրև հաղորդիչ հեղուկ օգտագործում ենք աղաջրի կամ պղնձարջասայի 20%-անոց լուծույթը:

Փորձի ցուցադրումը կատարվում է հետևյալ հաջորդականությամբ: Նախ աշակերտների ուշադրությունը հրավիրում ենք այն բանի վրա, որ հաստատուն մագնիսի մագնիսական դաշտում տեղավորված անշարժ հեղուկ հաղորդչում մակաձման հոսանք չի առաջանում: Այնուհետև միացնում ենք մոլիչ պոմպը և շարժման մեջ դնում հաղորդիչ հեղուկը: Կտեսնենք, որ այս դեպքում գալվանոմետրը գրանցում է մակաձման հոսանք: Բանն այն է, որ երբ հեղուկ հաղորդիչը շարժվում է հաստատուն մագնիսական դաշտում, ապա նրա հետ միասին շարժվում են նաև հեղուկում գտնվող իոնները: Արդյունքում մասնիկների անկանոն շարժման արագությունը գուճարվում է հեղուկի հոսքի արագությանը: Քանի որ այդ շարժումը տեղի է ունենում մագնիսական դաշտում, ապա յուրաքանչյուր լիցքակիր մասնիկի վրա ազդում է լրացուցիչ Լորենցի ուժ, որը լիցքակիր մասնիկներին ստիպում է շարժվել հաղորդիչ ներսում: Այդ մագնիսական ուժերի ազդեցության տակ դրական իոնները տեղաշարժվում են դեպի մի էլեկտրոդ, իսկ բացասականները՝ մյուս: Արդյունքում՝ էլեկտրոդների միջև առաջանում է պոտենցիալների տարբերություն, և եթե շղթան փակ է, ապա նրանում կծագի մակաձման հոսանք, ինչը գրանցվում է գալվանոմետրի միջոցով: Վերջում շղթա մտցրած ռեոստատի (7) միջոցով փոփոխելով հեղուկի հոսքի արագությունը՝ կարելի է ցույց տալ, որ հաղորդիչ հեղուկում ինդուկցիայի էլՇՈՒ-ի մեծությունը կախված է հեղուկի հոսքի արագությունից:

Այժմ փորձենք համառոտ ներկայացնել ևս մի կոնկրետ նյութ, որը հնարավորություն է տալիս ինքնաշեն սարքի միջոցով ծանոթացնել աշակերտներին էլեկտրամագնիսական մակաձման երևույթին պլազմայում, և կատարել տեսական վերլուծություն:



Նկար 2. Պլազմայում էլեկտրամագնիսական մակաձման երևույթը ցուցադրող սարք

Մարքը, որի օգնությամբ կարող ենք ցուցադրել մակաձման երևույթը պլազ-մային հաղորդիչներում, պատկերված է նկ. 2-ում:

Այն կազմված է 15սմ երկարություն և 2,5սմ տրամագիծ ունեցող կերամիկա-կան կամ քվարցյա գլանից (1), որի մեջ տեղադրված են մետաղյա բարակ թիթեղից պատրաստված 1,5×15սմ չափեր ունեցող երկու հարթ էլեկտրոդներ (2): Էլեկ-տրոդներից մեկն անշարժ ամրացված է գլանին, իսկ մյուսը պտուտակների օգ-նությամբ կարելի է տեղաշարժել փոփոխելով էլեկտրոդների միջև եղած հեռա-վորությունը: Գլանն էլեկտրոդների հետ միասին ուղղաձիգ դիրքով տեղավորված է էլեկտրամագնիսի բևեռների միջև կամ հաստատուն մագնիսի (3) մագնիսական դաշտում, այնպես ինչպես ցույց է տրված նկար 2-ում: Էլեկտրոդների ծայրերը փակված են հայելային գալվանոմետրով (4): Գլանի ներքևի մասում տեղավորված է սպիրտայրոցը կամ գազայրիչը (5):

Փորձը ցուցադրելու համար գազայրիչի բոցն անցկացնում ենք գլանի միջով: Այդ դեպքում նկատում ենք գալվանոմետրի սլաքի շեղում, ինչն էլ հաստատում է, որ շղթայում առաջացել է ինդուկցիոն հոսանք:

Փոփոխելով փորձի ֆիզիկական և երկրաչափական պարամետրերը, կհա-մոզվենք, որ ինդուկցիոն հոսանքի մեծությունը կախված է մագնիսական դաշտի ինդուկցիայի վեկտորի մոդուլից, բոցի ինտենսիվությունից և էլեկտրոդների հե-ռավորությունից:

Ցուցադրումն ավելի արդյունավետ կլինի, եթե բոցին խառնենք որոշ քանա-կությամբ իոնիզացման փոքր պոտենցիալ ունեցող նյութ, օրինակ կալիում կամ նատրիում:

Պլազմային հաղորդիչում մակաձման էլՇՈւ-ի առաջացման պատճառի բա-ցատրությունը կարող ենք պահանջել աշակերտներից: Այսպես, վերհիշելով պինդ և հեղուկ հաղորդիչներում մակաձման էլՇՈւ-ի ծագման մեխանիզմները, նրանք կարող են կռահել, որ այս դեպքում ևս մակաձման էլՇՈւ-ն ունի մագնիսական ծագում: Իրոք, մագնիսական դաշտում պլազմայի շարժման ժամանակ նրանում գտնվող ազատ լիցքերը ենթարկվում են մագնիսական դաշտի ազդեցությանը՝ նրանց վրա ազդում են լորենցյան ուժեր, որոնց պատճառով տեղի է ունենում լից-քերի բաժանում: Քանի որ Լորենցի ուժն ունի որոշակի ուղղություն, հետևաբար դրական իոնները կտեղափոխվեն դեպի էլեկտրոդներից մեկը, իսկ բացասական իոնները և էլեկտրոնները – մյուսը: Արդյունքում էլեկտրոդների միջև կծագի պո-տենցիալների տարբերություն, և եթե շղթան փակ է, ապա նրանում կառաջանա հոսանք, ինչը կարելի է գրանցել գալվանոմետրով:

Երևույթի ցուցադրումից հետո աշակերտների ուշադրությանը պետք է ար-ժանացնել այն հանգամանքը, որ պինդ հաղորդիչների դեպքում լորենցյան ուժերը տեղափոխում են ազատ էլեկտրոններին, հեղուկ հաղորդիչներում – դրական և բացասական իոններին, իսկ պլազմայում- իոններին և էլեկտրոններին:

Եզրակացություն

Աշխատանքում կատարված գիտամեթոդական հետազոտությունները և ՇՊՀ-ի ավագ դպրոցում իրականացված փորձարկման արդյունքները թույլ են տալիս պնդել, որ

1. Էլեկտրամագնիսական մակածման երևույթն ունի ընդհանուր բնույթ. այն դիտվում է մագնիսական դաշտում գտնվող ոչ միայն պինդ, այլև հեղուկ և պլազմային հաղորդիչներում:

2. Ցանկացած հաղորդիչ փակ կոնտուրում կծագի ինդուկցիոն ԷԼՇՈւ, եթե տեղի ունի այդ կոնտուրով մագնիսական հոսքի փոփոխություն՝ անկախ այդ փոփոխության պատճառից:

3. Էլեկտրամագնիսական մակածման երևույթի ուսումնասիրությունը հեղուկ և պլազմային հաղորդիչներում էապես կընդլայնի աշակերտների պատկերացումներն այդ երևույթի վերաբերյալ և կնպաստի նրանց գիտելիքների հարստացմանն ու ամրապնդմանը:

4. Նյութի մեթոդապես ճիշտ մշակման և դիդակտիկական առումով արդյունավետ օգտագործման դեպքում կարելի է հասնել ուսուցման արդյունավետության բարձրացման:

5. Մեր կողմից նախագծված և փորձարկված ինքնաշեն սարքերն իրենց մեջ թաքցնում են մանկավարժական մեծ հնարավորություններ, և դրանց ներդրումը ֆիզիկայի ուսուցման գործընթացում բավականին դյուրընկալելի կդարձնի «Մագնիսականություն» թեման և կհանդիսանա ֆիզիկայի նկատմամբ աշակերտների հետաքրքրությունների բարձրացման լավագույն օրինակ:

Չուսով ենք, որ եթե էլեկտրամագնիսական մակածման երևույթը հեղուկ և պլազմային հաղորդիչներում ուսուցիչը ներկայացնի վերևում նկարագրված ինքնաշեն սարքերի օգնությամբ, ապա գիտության և կրթության այդպիսի ինտեգրմամբ նյութը կդառնա ավելի հետաքրքիր և ընկալելի, որի արդյունքում զգալիորեն կբարձրանա «Ֆիզիկա» առարկայի ուսուցման որակը:

Ներկայացված սարքերի պարզ կառուցվածքը թույլ է տալիս ակնկալել, որ վերոհիշյալ ցուցադրական փորձը կարելի է իրականացնել ֆիզիկայի դպրոցական լաբորատորիայում: Իհարկե ցանկալի է, որ նկարագրված ինքնաշեն սարքերը պատրաստվեն աշակերտների մասնակցությամբ:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Дрмеян Г.Р, Цатурян А. М., Об использовании моделей устройств в целях повышения интереса к изучению физики у школьников (на примере изучения электрогидравлического эффекта). Письма в Эмиссия. Оффлайн. Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена. 2014. АРТ 2162. с.1219-1221.
2. Дрмеян Г. Р., Самодельное устройство для определения величины магнитной индукции и силы ампера магнитогидродинамическим методом. Международная конференция «Физика в системе современного образования» (ФССО-2015), Санкт-Петербург, 2015, том 1, с. 418-421.
3. Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մախլյան Ս., «Ֆիզիկա -11», Երևան, «Էդիթ պրինտ», 2010թ., 368 էջ:
4. Նազարյան Ն. Ա., Տեղակատվական տեխնոլոգիաների կիրառումը ֆիզիկայի ուսումնական պարապմունքներում, «Բնագետ», Համահայկական կրթական IV գիտաժողովի նյութերի ժողովածու, Երևան, 2014, էջ 199-202:

Явления электромагнитной индукции в жидких и плазменных проводниках

Дрмеян Генрик

Резюме

Ключевые слова: *самодельное устройство, учитель, физика, методы, газообразная среда, контур, лабораторные устройства*

В работе для учителя физики предлагаются методические разработки конкретных материалов, которые, как дополнительные источники информации, призваны способствовать развитию познавательных интересов учащихся и активизации их творческой деятельности. Проведен теоретический анализ явления электромагнитной индукции в жидких и плазменных проводниках. С помощью самодельных лабораторных устройств продемонстрировано возникновение индукционного тока движущейся жидкости в замкнутом контуре и в движущейся плазме, находящейся в постоянном магнитном поле. Описаны устройства демонстрационных приборов и принципы их работы.

Простая структура описанных устройств позволяет нам ожидать, что вышеуказанный показательный опыт может быть реализован в школьной лаборатории физике. Конечно, желательно, чтобы описанные самодельные устройства были сделаны с участием учеников.

Нами разработанные и испытанные самодельные устройства обладают отличными педагогическими возможностями, и их внедрение в учебный процесс физики сделает предмет «Магнетизм» легко усваиваемым и станет хорошим примером для повышения интереса учеников к физике.

The Phenomenon of Electromagnetic Induction in Liquid and Plasma Conductors

Drmeġan Henrik

Summary

Key words: *self-made device, teacher, Physics, methods, gas collection environment, circuit, laboratory devices*

In the work for the teacher of Physics, methodical developments of a specific materials is offered, which, as additional sources of information, aims to promote students' cognitive interests and activate their creative activities. A theoretical analysis of the phenomenon of electromagnetic induction in liquid and plasma conductors is carried out. With the help of self-made laboratory devices, the induction current of a moving liquid in a closed loop and in a moving plasma in a constant magnetic field is demonstrated. The devices of the demonstrative instruments and the principles of their operation are described.

The simple structure of the described devices allows us to expect that the above indicative experience can be implemented in the school Physics laboratory. Of course, it is desirable that the described home-made devices were made with the participation of pupils.

We have developed and tested homemade devices that have excellent pedagogical capabilities, and their introduction into the educational process of Physics will make the subject "Magnetism" easily digestible and will be a good example of pupils' interest in Physics.