

**ՖԻԶԻԿԱՅԻ ԴԱՍԸՆԹԱՑՈՒՄ ՀԱԿԱՍՈՂ ԵՆԹԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՄԵԹՈԴԻ
ՈՐՈՇ ԿԻՐԱՌՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ**

Մանուկյան Վ. Ֆ., Նիկողոսյան Գ. Ս.

Սույն աշխատանքը նվիրված է ֆիզիկայի դպրոցական և բուհական դասընթացներում հակասող ենթադրության մեթոդի հնարավոր կիրառություններին: Հոդվածում ներկայացված է հակասող ենթադրության մեթոդի էությունը և բերված են ֆիզիկայի դասընթացում հանդիպող որոշ կարևոր հարցեր և խնդիրներ, որոնց լուծման ընթացքում հակասող ենթադրության մեթոդն ունի անհրաժեշտ և արդյունավետ կիրառություն:

Բանալի բառեր. ֆիզիկա, խնդիր, ենթադրություն, ապացույց, իզոթերմ, էլեկտրական, աշխատանք:

Ֆիզիկայի դպրոցական և բուհական դասընթացների շրջանակում հաճախ հանդիպում ենք պնդումների, որոնց ապացուցման կամ հերքման հիմքում ընկած են տարբեր եղանակներով հիմնավորվող կոնկրետ տրամաբանական դատողություններ: Ի տարբերություն մաթեմատիկայի դասընթացի՝ ֆիզիկայի դասընթացում ուշադրություն չի հատկացվում նման մոտեցումների շեշտադրման, հիմնավորման և ընդհանրացման հարցերին և գրեթե չի խոսվում ֆիզիկական խնդիրների լուծման ընթացքում դրանց հնարավոր արդյունավետ կիրառությունների մասին: Փորձելով լրացնել այս «բացը»՝ ներկայացնելու ենք ապացուցման և հերքման հիմնական մեթոդներից մեկի՝ հակասող ենթադրության մեթոդի հիմնավորված և արդյունավետ կիրառությունները ֆիզիկայի դասընթացում, ինչով էլ պայմանավորված է սույն աշխատանքի գիտամանկավարժական նորույթը:

Մաթեմատիկական բազում թեորեմներ և պնդումներ ապացուցելիս կիրառվում է հակասող ենթադրության մեթոդը, և թվում է, որ այն գուտ

մաթեմատիկայում կիրառվող մեթոդ է, մինչդեռ այս մեթոդն իր օգտակար և երբեմն էլ անխուսափելի կիրառությունն ունի նաև ֆիզիկայի դասընթացում, որի մասին որպես այդպիսին գրեթե չի խոսվում:

Ստորև տրամաբանության հիմնական օրենքների լույսի ներքո կներկայացնենք հակասող ենթադրության մեթոդի էությունը, որից հետո կքննարկենք ֆիզիկայի դասընթացում հանդիպող որոշ կարևոր հարցեր և խնդիրներ, որոնց լուծման ընթացքում հակասող ենթադրության մեթոդն ունի անհրաժեշտ և արդյունավետ կիրառություն:

Ֆիզիկայի ինչպես տարրական, այնպես էլ բարձրագույն դասընթացները ներառում են բովանդակային շարադրանքով որոշ ֆիզիկական տեսությունների հիմունքներ կամ տարրեր (մեխանիկայի ֆիզիկական հիմունքներ, մոլեկուլային ֆիզիկա և ջերմադինամիկա, էլեկտրամագնիսականություն, օպտիկա, քվանտային երևույթներ, ատոմի և միջուկի ֆիզիկա, ՀՀՏ տարրեր): Այդ պատճառով էլ ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացում ապացուցումները կառուցված են բովանդակային դատողություններով:

Բովանդակային իմաստով ապացուցումը տրամաբանական գործողություն է, որի ընթացքում ինչ-որ մտքի ճշմարտություն հիմնավորվում է այլ մտքերի (դատողությունների) օգնությամբ [1, 2]: Այս տրամաբանական գործողությունն ունի հսկայական պրակտիկ նշանակություն շրջակա աշխարհի ճանաչողության պրոցեսում: Բոլոր գիտություններում էլ (հատկապես բնագիտամաթեմատիկական) ապացուցելու հարկ կա: Ընդ որում՝ այն մտքերի, դատողությունների բովանդակությունը, որոնց ճշմարիտ լինելը պահանջվում է հիմնավորել, յուրաքանչյուր գիտությունում, բնականաբար, տարրեր է: «Տրամաբանություն» գիտությունն էլ հենց գտնում է այն ընդհանուրը, որը բնութագրական է բոլոր այդ ապացուցումների համար՝ անկախ այս կամ այն ապացուցման կոնկրետ բովանդակությունից:

Առհասարակ, տրամաբանությունում յուրաքանչյուր բովանդակային ապացուցումում առանձնացնում են երեք կառուցվածքային տարրեր՝ թեզիս, հիմք և կշռադատություն [3]:

Թեզիս կոչվում է այն պնդումը, որի ճշմարիտ լինելը պահանջվում է ապացուցել:

Հիմք կոչվում է այն առաջադրությունը, պնդումը, որի ճշմարիտ լինելը նախկինում արդեն ապացուցված է, և որը կարող է օգտագործվել թեզիսի ճշմարիտ լինելը հիմնավորելիս:

Կշռադատությունը կամ փաստարկումն այն եղանակն է, որի միջոցով թեզիսի ճշմարիտ լինելը բխում է ապացուցման հիմքերից և փաստարկներից: Ըստ էության՝ կշռադատությունը կիրառված ապացուցման մեթոդն է, որն ապացուցողական մտահանգումների որոշակի հաջորդականությունն է:

Առհասարակ, տրամաբանության մեջ դիտարկվում են տրամաբանական մտածողության չորս հիմնական օրենքներ, որոնք կազմում են ցանկացած կշռադատության հիմքը: Դրանք են՝ նույնության, հակասության, երրորդի բացառման և բավարար հիմունքի օրենքները [4]:

Նույնության օրենքը պահանջում է, որ յուրաքանչյուր միտք որոշակի, հաստատուն իմաստով կիրառվի կշռադատության ընթացքում: Օրինակ՝ անթույլատրելի է, որ «բազուկ» բառը կշռադատության մի փուլում կիրառվի կամ ընկալվի որպես ճակնդեղ, մեկ այլ փուլում՝ որպես ձեռք (թև), իսկ մյուսում՝ ֆիզիկական մեծություն հանդիսացող ուժի բազուկ:

Հակասության օրենքի համաձայն՝ երկու հակադիր դատողություններ չեն կարող միաժամանակ ճշմարիտ լինել:

Բերենք այս օրենքի կիրառման կոնկրետ օրինակ: Դիտարկենք երկու հակադիր դատողություններ:

Սահքի շփման ուժի մեծությունը կախված չէ մարմինների հպման մակերևույթի մակերեսից:

Սահքի շփման ուժի մեծությունը կախված է մարմինների հպման մակերևույթի մակերեսից:

Պարզ է, որ այս երկու հակադիր դատողությունները, հակասության օրենքի համաձայն, միաժամանակ չեն կարող լինել ճշմարիտ:

Անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել այն էական հանգամանքի վրա, որ հակասության օրենքը չի բացառում երկու հակադիր դատողությունների միաժամանակյա սխալ լինելը: Այս «բացը» լրացնում է **երրորդի բացառման օրենքը**, համաձայն որի՝ երկու հակադիր դատողություններից մեկն անպայման ճշմարիտ է, մյուսը՝ կեղծ, երրորդ ելքը բացառված է:

Եվ, վերջապես, **բավարար հիմունքի օրենքի** համաձայն, յուրաքանչյուր ճշմարիտ միտք կշռադատության ընթացքում պետք է անհրաժեշտաբար ունենա իր տրամաբանական հիմքը (բխի այլ ճշմարիտ մտքերից):

Ըստ էության՝ տրամաբանական այս չորս անկյունաքարային օրենքներն իրենց լավագույն դրսևորումն են գտել ապացուցման

հիմնական մեթոդներից մեկի՝ հակասող ենթադրության մեթոդի կառուցակարգում:

Այս մեթոդի՝ որպես տրամաբանական բովանդակային ապացուցման հիմքը կազմում են հակասության և երրորդի բացառման օրենքները, իսկ կշռադատությունը ներառում է նույնության և բավարար հիմունքի օրենքները:

Հակասող ենթադրության մեթոդի համաձայն՝ ենթադրում ենք, որ ապացուցման ենթակա ելակետային պնդումը սխալ է: Եթե այս ենթադրությունը տրամաբանական դատողությունների միջոցով հանգեցնում է հակասության, եզրակացնում ենք, որ մեր ենթադրությունը սխալ է, այսինքն՝ տրված ելակետային պնդումը ճշմարիտ է:

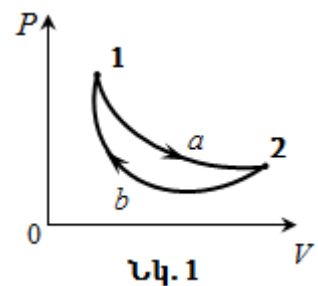
Այժմ, երբ բավարար չափով ներկայացրել և մեկնաբանել ենք հակասող ենթադրության մեթոդի էությունն ու տրամաբանական կառուցակարգը, անցնենք ֆիզիկայի տարբեր բաժիններից որոշ ընտրովի խնդիրների քննարկմանը, որոնց լուծման լավագույն տարբերակը հակասող ենթադրության մեթոդի կիրառությունն է՝ միաժամանակ մատնանշելով այն նմանատիպ խնդիրներն ու հարցերը, որոնց համատեղ ուսուցումը ի ցույց կդնի ֆիզիկայի ուսուցման գործընթացում նշված մեթոդի բավականին ունիվերսալ կիրառելիության հնարավորությունները:

Խնդիր 1: Տույց տալ, որ ցանկացած նյութի պոլիտրոպը կարող է հատվել իզոթերմին ոչ ավելի, քան մեկ կետում [5]:

Լուծում: Նախ պարզաբանենք, որ խոսքը վերաբերում է հաստատուն քանակով նյութի (P /ճնշում/, V /ծավալ/) կոորդինատային հարթությունում պոլիտրոպ և իզոթերմ պրոցեսներ արտահայտող որևէ երկու կորերի հատմանը:

Կատարենք հակառակ ենթադրություն և ընդունենք, որ 1 - ն և 2 - ը մոտակա հարևան կետեր են, որտեղ պոլիտրոպն ու իզոթերմը հատվում են (նկ. 1): Եթե $1a2b1$ շրջանային պրոցեսի համար կիրառենք Գլաուզիուսի հավասարումը՝ $\int_{1a2b1} \delta Q/T = 0$, հաշվի առնելով, որ $2b1$

պոլիտրոպի ընթացքում համակարգի C ջերմունակությունը հաստատուն է, և 1-ն ու 2-ը գտնվում են միևնույն իզոթերմի վրա ($T_1 = T_2$), ստանում ենք՝



Նկ. 1

$$\int_{2b1}^{\delta Q/T} = C \int_{T_2}^{T_1} dT/T = C \ln T_1/T_2 = 0 :$$

Մյուս կողմից $1a2$ իզոթերմով ինտեգրալի համար ստանում ենք հետևյալ առնչությունը.

$$\int_{1a2} \delta Q/T = (1/T) \int \delta Q = Q/T :$$

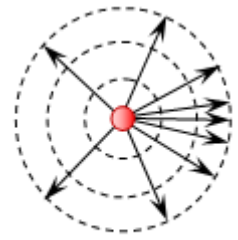
Այսպիսով, Կլաուզիուսի հավասարումից ստանում ենք, որ համակարգի ստացած Q ջերմաքանակը դիտարկված ցիկլի ընթացքում հավասար է զրոյի, իսկ քանի որ կամայական շրջանային պրոցեսի ընթացքում մարմնի ստացած ջերմաքանակը հավասար է նրա կատարած աշխատանքին, վերջինս նույնպես զրո է:

Այժմ, հաշվի առնելով աշխատանքի երկրաչափական մեկնաբանությունը, կարող ենք պնդել, որ $1a2b1$ պրոցեսի ընթացքում այն կարող է զրո լինել միայն այն դեպքում, երբ իզոթերմի և պոլիտրոպի գրաֆիկները 1 և 2 կետերի միջև հատվեն, ինչը հակասում է մեր այն ընդունելությանը, որ դրանք կորերի հատման հարևան կետեր են: Այսպիսով, մեր նախնական ենթադրությունը սխալ էր, և հաստատուն քանակով ցանկացած նյութի պոլիտրոպ և իզոթերմ պրոցեսների գրաֆիկները կարող են հատվել միայն մեկ կետում:

Հավելենք, որ վերը ներկայացված լուծմանը համանման մոտեցումներով կարելի է ապացուցել նաև ջերմադինամիկայի մի քանի կարևոր պնդումներ ևս, և մեթոդական տեսակետից այս ամենը հարմար է ուսուցանել փոխկապակցված և ընդհանրական ձևով: Նշենք այդ պնդումներից մի քանիսը.

- հաստատուն քանակով նյութի իզոթերմ և ադիաբատ պրոցեսների գրաֆիկները կարող են հատվել միայն մեկ կետում,
- տվյալ զանգվածով գազի իզոթերմների ընտանիքի որևէ երկու կորեր չեն կարող հատվել,
- տվյալ զանգվածով նյութի ադիաբատների ընտանիքի որևէ երկու կորեր չեն կարող հատվել,
- եթե հաստատուն զանգվածով գազի հետ տեղի է ունենում այնպիսի պրոցես, որի ընթացքում ճնշման կախումը ծավալից գծային է և գազի ջերմաքանակ ստանալու տիրույթը ջերմաքանակ տալու տիրույթից բաժանված է մի կետով, ապա այդ կետով անցնող ադիաբատը նույն կետում շոշափվում է պրոցեսն արտահայտող ուղղով:

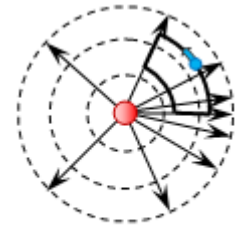
Խնդիր 2: Կարո՞ղ են արդյոք անհամասեռ կերպով լիցքավորված դիէլեկտրիկ գնդի էլեկտրաստատիկ դաշտի լարվածության գծերը ունենալ նկ. 2 - ում պատկերված տեսքը:



Նկ. 2

Լուծում: Ենթադրենք, թե գնդի ստեղծած էլեկտրաստատիկ դաշտի լարվածության գծերը ունեն նկար 2-ում պատկերված տեսքը. ուղղորդված են շառավղային ուղղությամբ և խտությամբ անհամասեռ են: Եթե 1-2-3-4-1 փակ հետագծով (նկ. 3) տեղափոխենք փորձնական q լիցքը, ապա էլեկտրաստատիկ դաշտի կատարած աշխատանքը հավասար կլինի առանձին տեղամասերում կատարված աշխատանքների գումարին:

Նկատենք, որ 2-3 և 4-1 տեղամասերում էլեկտրաստատիկ ուժերի կողմից լիցքի վրա կատարած աշխատանքը հավասար է զրոյի, քանի որ այդ տեղամասերում լիցքի վրա դաշտի կողմից ազդող ուժը ուղղահայաց է լիցքի շարժման ուղղությանը: Մինչդեռ 1-2 տեղամասում էլեկտրաստատիկ դաշտի կատարած աշխատանքը դրական է, քանի որ փորձնական լիցքի տեղափոխությունն ու այդ դաշտի կողմից նրա վրա ազդող ուժը համուղղված են, իսկ 3-4 տեղամասում էլ էլեկտրաստատիկ դաշտի կատարած աշխատանքը բացասական է լիցքի տեղափոխության և ազդող ուժի հակուղղված լինելու պատճառով: Քանի որ էլեկտրաստատիկ դաշտի լարվածության մոդուլը ուղիղ համեմատական է լարվածության գծերի խտությանը, ուրեմն՝ $|A_{12}| > |A_{34}|$, և հետևաբար դիտարկված հետագծով տեղափոխելիս այն փորձնական լիցքի վրա կատարում է գումարային դրական աշխատանք: Այստեղ մենք հանգեցինք հակասության, որովհետև էլեկտրաստատիկ դաշտը պոտենցիալային է, և կամայական փակ հետագծով լիցքի տեղափոխման ժամանակ դաշտի աշխատանքը պետք է հավասար լինի զրոյի: Փաստորեն մեր ելակետային ենթադրությունը սխալ էր, և գնդի լիցքի որևէ բաշխման դեպքում նման ուժագծերով էլեկտրաստատիկ դաշտ չի կարող առաջանալ:



Նկ. 3

Բացի վերևում քննարկված և դրան համանման խնդիրներից՝ էլեկտրամագնիսականության ուսուցման գործընթացում հաճախակի հանդիպում ենք ինչպես ընդհանուր տեսական բնույթի կարևոր պնդումների, այնպես էլ բազում այլ կոնկրետ հարցերի և խնդիրների, որոնց ապացուցման, լուծման ու ներկայացման համար անփոխարինելի

է հակասող ենթադրության մեթոդը: Նշենք նմանօրինակ պնդումներից մի քանիսը.

- հաղորդչի մակերևույթի յուրաքանչյուր կետում էլեկտրաստատիկ դաշտի լարվածության վեկտորն ուղղահայաց է մակերևույթին,
- լիցքերի ստատիկ բաշխման արդյունքում հաղորդչի ներսում բացակայում են ծավալային լիցքերը,
- միայն էլեկտրաստատիկ ուժերով փոխազդող մասնիկների համակարգի հավասարակշռությունը չի կարող լինել կայուն (Իրնշուուի թեորեմ),
- փակ հաղորդիչ կոնտուրում ծագող մակաձման հոսանքն ունի այնպիսի ուղղություն, որ իր մագնիսական դաշտով հակազդում է այդ հոսանքը ստեղծող պատճառին (Լենցի կանոն):

Խնդիր 3: Կարող է արդյոք մեկ γ քվանտը վակուումում փոխակերպվի էլեկտրոն - պոզիտրոնային զույգի [6]:

Լուծում: Դիցուք ֆոտոնի էներգիան բավարար է նշված մասնիկների առաջացման համար, այսինքն՝ մեծ կամ հավասար է նրանց հանգստի էներգիաների գումարից, և ենթադրենք, որ նշված պրոցեսը տեղի է ունեցել: Անցում կատարենք γ քվանտի վերացման արդյունքում ծնված էլեկտրոն - պոզիտրոնային զույգի զանգվածների կենտրոնի հետ կապված հաշվարկման համակարգի, որի նկատմամբ համախմբի իմպուլսը հավասար է զրոյի: Իմպուլսի պահպանման օրենքի համաձայն՝ նշված հաշվարկման համակարգում զրո պետք է լինի նաև գամմա քվանտի իմպուլսը, մինչդեռ չի կարող լինել որևէ հաշվարկման համակարգ, որի նկատմամբ ֆոտոնի իմպուլսը հավասար լինի զրոյի: Այսպիսով, գալիս ենք հակասության և եզրակացնում, որ ի սկզբանե կատարած մեր ենթադրությունը սխալ էր, և ֆոտոնը վակուումում չի կարող ծնել էլեկտրոն - պոզիտրոնային զույգ:

Հարկ է նշել, որ անհրաժեշտ շեմային էներգիայով օժտված ֆոտոնը նյութի հետ փոխազդելիս արդեն կարող է փոխարկվել էլեկտրոն - պոզիտրոնային զույգի: Այս դեպքում իմպուլսի պահպանման օրենքի հետ կապված նախորդ «հակասությունը» վերանում է, քանի որ քվանտը իր իմպուլսը փոխանցում է միջավայրին:

Վերևում ներկայացված մոտեցման նմանությամբ կարելի է պատասխանել քվանտային երևույթների վերաբերյալ որոշ կարևոր այլ հարցերի: Այս ամենը նպատակահարմար է ներկայացնել սովորողներին հնարավորինս ամբողջական և միասնական եղանակով՝ որպես

հակասող ենթադրության մեթոդի կիրառման արդյունավետ և կարևոր օրինակներ: Նշենք դրանցից մի քանիսը.

- Կարո՞ղ է արդյոք ազատ էլեկտրոնը կլանել ֆոտոն:
- Կարո՞ղ են արդյոք ազատ պոզիտրոնը կամ էլեկտրոնը առաքել ֆոտոն:
- Կարո՞ղ է արդյոք մասնիկ - հակամասնիկ անհիիյացիայի արդյունքում առաջանալ մեկ ֆոտոն:
- Կարո՞ղ են արդյոք էլեկտրոնային նեյտրինոյի և պրոտոնի փոխազդեցության արդյունքում առաջանալ նեյտրոն և պոզիտրոն:

Ամփոփելով կարող ենք փաստել, որ ֆիզիկայի արդի ուսուցման կարևոր խնդիրներից է սովորողներին առարկայական տարբեր մեթոդներով, հնարքներով և սկզբունքներով «զինելը»: Հակասող ենթադրության մեթոդը դրանցից մեկն է, որի արդյունավետ կիրառությունը կարող է նպաստել սովորողների որոնողական ընդունակությունների, էվրիստիկ և տրամաբանական մտածողության զարգացմանը, ինչն էլ վերջնարդյունքում կհանգեցնի ուսուցման արդյունավետության և, ըստ այդմ, կրթության որակի բարձրացմանը:

О НЕКОТОРЫХ ПРИМЕНЕНИЯХ МЕТОДА «ОТ ПРОТИВНОГО» В КУРСЕ ФИЗИКИ

Манукян В. Ф., Никогосян Г. С.

Данная работа посвящена возможностям применения метода доказательства «от противного» в школьных и университетских курсах физики. В статье представлена сущность метода и некоторые важные вопросы и задачи, встречающиеся в курсе физики, при решении которых метод доказательства от противного имеет необходимое и эффективное применение.

Ключевые слова: физика, задача, предположение, доказательство, изотерма, электрический, работа.

ABOUT SOME APPLICATIONS OF THE METHOD BY CONTRADICTION IN THE PHYSICS COURSE

Manukyan V. F., Nikoghosyan G. S.

The paper is devoted to the possible application of the method of proof

by contradiction in school and university physics courses. The article presents the essence of the method and some important questions and problems encountered in the course of physics, in the solution of which the method of proof by contradiction has the necessary and effective application.

Keywords: physics, task, assumption, proof, isotherm, electrical, work.

Հետազոտությունն իրականացվել է ՇՊՀ-ի կողմից տրամադրվող ֆինանսական աջակցության շնորհիվ՝ № ShSU SCI-02-2020 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Այվազյան Է. Ի. Մաթեմատիկայի դասավանդման մեթոդիկա: Եր., ԵՊՀ հրատ.: 2016: 202 էջ:
2. Ավետիսյան Ս. Հ., Մաթեմատիկական տրամաբանության հիմնական տարրերը: Եր.: «Լույս» հրատ.: 1969: 303 էջ:
3. Асмус В. Ф. Логика. М.: “Госполитиздат”. 1947. 387 с.
4. Բրուտյան Գ. Ա. Տրամաբանություն: Եր.: «Գիտություն» հրատ.: 1998: 213 էջ:
5. Гинзбург В. Л., Левин Л. М., Сивухин Д. В., Яковлев И. А. Сборник задач по общему курсу физики, Кн. II. Термодинамика и молекулярная физика. М.: ФИЗМАТЛИТ; ЛАНЬ. 2006. 176 с.
6. Гельфгат И. М., Генденьштейн Л. Э., Кирик Л. А. 1001 задача по физике с решениями. Центр «Инновации в науке, технике, образовании». Харьков – Москва. Илекса. 1998. 596 с.

Տեղեկություններ հեղինակների մասին

Մանուկյան Վ. Ջ. - ֆիզմաթ գիտությունների թեկնածու, դոցենտ

Շիրակի պետական համալսարան

Էլ. փոստ mvardan_1972@mail.ru

Նիկողոսյան Գ. Ս. - ֆիզմաթ գիտությունների թեկնածու, ասիստենտ

Շիրակի պետական համալսարան

Էլ. փոստ gagonik@mail.ru

Տրվել է խմբագրություն՝ 11.09.2021

Գրախոսվել է՝ 18.12.2021