

ՀԻՐԱԿԻ Մ. ՆԱԼԲԱՆԴՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ
ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ

Ավարտական հետազոտական աշխատանք

Թեմա՝ Փորձարարական ինդիքները ֆիզիկայի
դպրոցական դասընթացում

Կատարող՝ Գոհար Սիմոնյան

Գյումրու թիվ 45 միջնակարգ դպրոցի ֆիզիկայի
ուսուցչուհի

Ղեկավար՝ Վարդան Մանուկյան
Ֆիզմաթ. գիտ. թեկնածու, դոցենտ

ԳՅՈՒՄՐԻ 2022

Նախաբան

Փորձարարական խնդիրներ:

Ֆիզիկայի տարբեր կարգի օլիմպիադաներում աշակերտներին առաջադրվում են ինչպես տեսական, այնպես էլ փորձարարական բնույթի խնդիրներ: Օրինակ ֆիզիկայի հանրապետական օլիմպիադայի տեսական փուլին հաջորդում է փորձնական փուլը: Միջազգային օլիմպիադաներն էլ պարտադիր կերպով ունեն փորձնական փուլ, որտեղ առաջարկվում են ստեղծագործական մոտեցումներ պահանջող հետաքրքիր խնդիրներ: Փորձարարական խնդիրները ֆիզիկական խնդիրներ են, որոնց ձևակերպումը և լուծումը անմիջականորեն կապված են փորձի հետ: Սակայն հարկ է նշել, որ դրանք էականորեն տարբերվում են ստանդարտ լաբորատոր աշխատանքներից, որոնցում հիմնականում պահանջում է, օգտվելով փորձի ընթացքի նախապես տրված պրոցեդուրայից, ստուգել ֆիզիկական որևէ օրենք կամ էլ օգտվելով օրենքներից կատարել չափումներ և հաշվել որևէ ֆիզիկական մեծություն: Ըստ էության փորձարարական խնդիրների և լաբորատոր աշխատանքների ընդհանրությունը հիմնականում կայանում է չափումներ կատարելու և դրանց արդյունքները մշակելու մեջ: Իսկ ընդհանուր առմամբ փորձարարական խնդիրները առավել բովանդակալից և ստեղծագործական մոտեցումներ ու հնարամտություններ պահանջող առաջադրանքներ են: Նման խնդիրները սովորողից պահանջում են գործողությունների պլանի և լուծման օպտիմալ ճանապարհի ինքնուրույն ընտրություն, տրամադրված գործիքների և սարքերի հնարավորությունների գնահատում, փորձի տեղակայանքի կամ սխեմայի պատրաստում և մշակում, փորձի իրականացում ինչպես նաև տեսական վերլուծական կարողությունների ցուցաբերում: Փորձարարական խնդիրների լուծումը նպաստում է սովորողների մոտ հետազոտական հմտությունների ձևավորմանը, ստեղծագործական ունակությունների զարգացմանը ինչպես նաև ֆիզիկական գիտելիքները կյանքում կիրառելու կարողությունների ձեռքբերմանը:

Կան տարբեր սերնդի բազմաթիվ խնդրագրքեր, ձեռնարկներ և խնդիրների ժողովածուներ, որտեղ առաջադրված են տարբեր մակարդակի և ոճի տեսական ֆիզիկական խնդիրներ՝ սկսած ֆիզիկայի օրենքների իմացությունը ստուգող պարզագույն ստանդարտ հաշվողական խնդիրներից մինչև խորը գիտելիքներ, վերացական մտածողության բարձր աստիճան և ստեղծագործական մոտեցումներ պահանջող խնդիրներ: Բոլոր այս խնդիրները ըստ

համապատասխան նպատակի կիրառվում են ուսուցման գործընթացում: Այսպիսով կան բազմաթիվ բազային խնդիրներ, որոնք կիրառվում են ֆիզիկայի հիմնական դասընթացում, կան դժվարին խնդիրներ որոնք անհրաժեշտ են առարկան առավել խորը տիրապետելու համար և կարող են օգտագործվել օլիմպիադաների նախապատրաստվելու համար: Վերջապես կան նաև օլիմպիական խնդիրներ և դրանց լուծումները լուսաբանող բազմաթիվ ժողովածուներ: Նկատենք որ ուսումնամեթոդական գրականությունում և ֆիզիկայի դասավանդման գործընթացում տեսական խնդիրների համեմատ փորձարարական խնդիրների քանակը անհամաչափ փոքր է: Վերջինս չի կարող չազդել ֆիզիկայի ուսուցման որակի վրա, քանի որ ֆիզիկան առաջին հերթին փորձարարական գիտություն է և օգտակար, հետաքրքիր ու գրավիչ է իր կիրառությունների մեջ: Ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացն[1-6] ունի լաբորատոր աշխատանքների մաս, որի կատարումը ապահովում է փորձարարական մասով ֆիզիկական գիտելիքների և հմտությունների նվազագույն պաշար ձեռք բերելուն, ինչպես պարզ տեսական խնդիրներն են ձևավորում ընդամենը փաստական գիտելիքներ և հիմնական օրենքների և օրինաչափությունների իմացություն և ամրապնդում: Սակայն նույն դասագրքերում և հայալեզու ուսումնամեթոդական գրականությունում գրեթե բացակայում են ստեղծագործական կարողություններ ձևավորող և զարգացնող փորձարարական առաջադրանքները, ինչն ավելի է խորացնում հանրակրթական դպրոցի և դպրոցական օլիմպիադայի անջրպետը: Հանրակրթական դպրոցի ներկայիս ծրագրով սովորող աշակերտը եթե անգամ ունի օլիմպիադայի տեսական փուլը հաղթահարելու փոքր հնարավորություն, ապա նրա համար փորձնական փուլում միավորներ ձեռք բերելը գործնականում անհնար է: Ամեն տարի ԵՊՀ առընթեր Ա. Շահինյանի անվան ֆիզիկամաթեմատիկական հատուկ դպրոցը Գ. Գրիգորյանի և Է. Յուզբաշյանի խմբագրությամբ առանձին գրքույկով լուսաբանում է տարվա ֆիզիկայի օլիմպիադան, որտեղ ներկայացվում են նաև հանրապետական և միջազգային օլիմպիադաներին առաջադրված փորձարարական խնդիրները իրենց լուծումներով: Բնականաբար այս ամենը հասցեագրված է արդեն լուրջ օլիմպիական պատրաստվածություն ունեցող աշակերտին և հազիվ թե օգտակար և ընկալելի լինի պարզապես լավ սովորող, կամ օլիմպիադայի նախապատրաստվող, բայց մասնակցության փորձառություն չունեցող աշակերտի համար: Հաշվի առնելով այս ամենը, անհրաժեշտություն է առաջանում հանրակրթական դպրոցի աշակերտների

համար մշակել տարբեր մակարդակի փորձարարական խնդիրներ, որոնք, լինելով իրենց հասանելի, հնարավորություն կտան զարգացնել ու ակտիվացնել սովորողների ստեղծագործական ունակությունները: Ավելի արդյունավետ և օգտակար կլինի, եթե հնարավորության դեպքում մշակվեն նաև բարդության աստիճանական աճման սկզբունքով կազմված փորձարարական առաջադրանքների շարքեր:

Հետազոտական աշխատանքում ներկայացվում է ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացի շրջանակում փորձարարական խնդիրների կարևոր դերն ու նշանակությունը: Լուսաբանվում է ուսուցման գործընթացում ֆիզիկական չափումներին և ստացված փորձնական արդյունքների մշակման հիմնական մեթոդների հետ աշակերտներին անհրաժեշտ մակարդակով ծանոթացման կարևորությունը: Փորձարարական խնդիրների էությունն ու տարատեսակները նկարագրելուց հետո փորձ է արվում հնարավորինս ընդհանրական տեսանկյունից ներկայացնել այդ խնդիրների լուծման հիմնական փուլերն ու դրանց իրագործման առանձնահատկությունները: Յուրաքանչյուր փուլի կատարման համար տրված են մեթոդական բնույթի ցուցումներ, որոնք կարող են օգտակար կողմնորոշող նշանակություն ունենալ սովորողների համար: Աշխատանքում բերված են նաև նկարագրված մոտեցումները լուսաբանող օրինակներ:

Գլուխ 1

Փորձարարական խնդրի լուծման հիմնական փուլերը

Ինչպես տեսական, այնպես էլ փորձարարական խնդիրների լուծման համար չեն կարող լինել համապիտանի գործողություններ, որոնց իրականացումը կբերի խնդրի երաշխավորված լուծման: Սակայն կարելի է նշել լուծման մի քանի հիմնական փուլեր և ընդհանուր մոտեցումներ, որոնք այս կամ այն չափով բնութագրական են բոլոր փորձարարական խնդիրներին: Ստորև կներկայացնենք նշված փուլերը՝ փորձելով ուշադրություն դարձնել դրանց կատարման ընդհանուր կարևոր շեշտադրումներին:

Ծանոթացում խնդրի տվյալների, պահանջների և աշխատանքի կատարման համար տրամադրված անհրաժեշտ սարքերի և պարագաների հետ

Նույնիսկ տեսական բնույթի խնդիրների լուծման փուլ կարելի է համարել խնդրի տեքստի մանրամասն ընթերցումը, տվյալների և պահանջի հետ ծանոթացումը: Ճիշտ կլինի անցնել խնդրի լուծմանը միայն այն դեպքում, երբ սովորողը առանց գրքից կարդալու կարողանա ձևակերպել առաջադրանքը՝ հստակ իմանալով թե ինչ է տրված և ինչ է պահանջվում գտնել: Փորձարարական խնդիրների դեպքում այս փուլը ավելի է կարևորվում, քանի որ անհրաժեշտություն է առաջանում նաև ծանոթանալ այն սարքերին, գործիքներին և պարագաներին, որոնք օգտագործվելու են առաջադրանքը կատարելիս: Կարևոր է, որ սովորողը ստուգի բոլոր պարագաների առկայությունը և հնարավորինս հստակ պատկերացնի դրանց նշանակությունն ու տրված սարքերի ու գործիքների հնարավորությունները: Հարկ է ուշադրություն դարձնել նաև առաջադրանքում առկա ցուցումներին, որոնք լինելով օգտակար հուշումներ, կարող են էական նշանակություն ունենալ առաջադրանքի կատարման համար: Խնդրի պայմանների մանրամասն ծանոթացման արդյունքում աշակերտը պետք է կարողանա հստակ ձևակերպել այն նպատակները, որոնք իրականացվելու են փորձարարական աշխատանքի կատարման յուրաքանչյուր փուլում:

Փորձի ընթացքի նախագծում և երևույթի մաթեմատիկական մոդելի մշակում

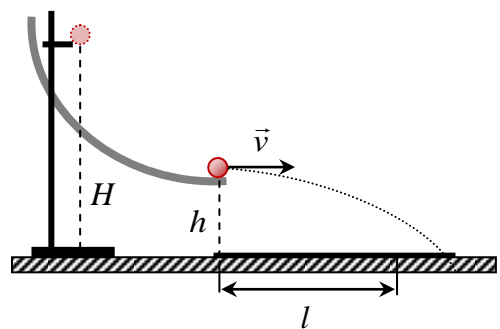
Այս փուլում պետք է ուրվագծել և կառուցել փորձարարական խնդրի լուծման հիմնական բովանդակային մասը, հստակ հասկանալով թե վերջնական արդյունքի հասնելու ճանապարհին ինչ և ինչպես պետք է չափել և հաշվել: Նշենք, որ փորձի ընթացքը պետք է նախագծել այնպես, որ աշխատանքի

կատարման ընթացքում հնարավորինս քիչ քանակությամբ ֆիզիկական մեծություններ չափել: Ինչքան քիչ լինի չափվող ֆիզիկական մեծությունների քանակը, այնքան պարզ ու կոմպակտ կլինի փորձի սխեման, ինչի արդյունքում էլ փոքր կլինի փորձի սխալանքը և ճշգրիտ ու հավաստի կլինեն ստացված արդյունքները: Այս փուլում, եթե առաջադրանքի պայմաններում տրված չէ տեսական բնույթի որևէ ինֆորմացիա, սովորողը տեսականորեն նախագծում և մոդելավորում է փորձի ընթացքը և ուսումնասիրվելիք երևույթի համար ստանում ֆունկցիոնալ կախվածությունների բանաձևեր: Այստեղ հատուկ ուշադրություն պետք է դարձնել այն հարցին, թե որքանով են այդ բանաձևերը «պիտանի» տրված պայմաններով փորձնական ստուգման և հաստատման համար: Այս իմաստով ցանկալի է դիտարկել պարզ մաթեմատիկական մոդելներ կամ ստացվածը հնարավորինս պարզեցնել: Պետք է ձգտել ֆիզիկական մեծությունների և դրանց պարզ կոմբինացիաների միջև ստանալ գծային կախվածություններ կամ հնարավորության դեպքում դրանք գծայնացնել: Հարկ է նշել, որ գծային կախվածության փորձնական արդյունքների հետագա մշակումը անհամեմատ հեշտ է, քան բոլոր այլ տիպի կախվածություններինը: Եթե խնդրի պայմաններում արդեն բերված են անհրաժեշտ կախվածության բանաձևերը, ապա առաջադրանքի կատարման այս փուլում սովորողը պետք է ընդամենը նախագծի փորձի այնպիսի սխեմա, որի միջոցով հնարավոր լինի ստուգել դրանք: Իհարկե, այս դեպքում նույնպես ֆիզիկական մեծությունների կախվածությունն արտահայտող բանաձևը պետք է «նախապատրաստել» փորձնական ստուգմանը: Օրինակ, եթե ստուգում ենք բարակ ոսպնյակի բանաձևը, ապա լավ կլինի, եթե դիտարկենք առարկայից ոսպնյակ և պատկերից ոսպնյակ եղած d և f հեռավորությունների հակադարձ մեծությունների գծային կապը՝ կորոդինատային առանցքները վերցնելով հենց $\frac{1}{d}$ և $\frac{1}{f}$ մեծությունները:

Նման ձևով դիտարկված կորոդինատային հարթությունում բարակ ոսպնյակի բանաձևը արտահայտվում է այն ուղղի հատվածով, որը հատում է առանցքները $\left(0, \frac{1}{F}\right)$ և $\left(\frac{1}{F}, 0\right)$ կետերում և դրանց երկուսի հետ էլ կազմում է 45° անկյուն /մեկի հետ 45° , մյուսի հետ 135° /: Կատարելով չափումներ և ստացված արժեքները տեղադրելով $\left(\frac{1}{d}, \frac{1}{f}\right)$ հարթությունում՝ միաժամանակ կարելի է ստուգել ինչպես բանաձևի ճշմարտացիությունը, այնպես էլ որոշել ոսպնյակի օպտիկական ուժը:

Կամ եթե ֆիզիկական մեծությունների կախումն ունի $y = \beta x^\alpha$ աստիճանային ֆունկցիայի տեսք, ապա դրա փորձնական հետազոտման համար անհրաժեշտ է լոգարիթմել այն. $\ln y = \ln \beta + \alpha \ln x$ և կառուցել լոգարիթմների $\ln y(\ln x)$ գծային կապն արտահայտող գրաֆիկը: **Փորձնական կայանքի հավաքում և փորձարկում, նախնական տվյալների ստացում:** Այժմ, երբ արդեն փորձի ընթացքը տեսականորեն մոդելավորված է, անհրաժեշտ սխեմատիկ գծապատկերներ անելուց հետո սկսվում է փորձնական կայանքի հավաքման փուլը: Պետք է ձգտել, որ կայանքը լինի հնարավորինս պարզ՝ ուշադրություն դարձնելով նրա աշխատանքի հարմարավետությանը, ապահովությանը և հուսալիությանը: Մի քանի անգամ չափումներ կատարելիս անհրաժեշտ է, որ միևնույն պրոցեսի բազմակի կրկնումները հնարավորինս նույնական լինեն: Դրա համար փորձնական կայանքը պետք է հավաքված լինի այնպես, որ փորձի ընթացքում չխախտվի և հնարավոր լինի ապահովել գրեթե միևնույն նախնական և ընթացիկ ֆիզիկական պայմանները: Ավելին, անհրաժեշտ է, որ փորձնական սխեման թույլ տա կատարել անհրաժեշտ ֆիզիկական մեծությունների խելամիտ ճշտությամբ չափումներ և հնարավորություն տա նաև գնահատել բազմաթիվ անգամ կատարված չափումների սխալանքը:

Փորձնական կայանքում տեղի ունեցող ռեալ ֆիզիկական պրոցեսը և նախապես մշակված նրա մտային մաթեմատիկական մոդելը պետք է հնարավորինս համապատասխան լինեն: Այդ իմաստով փորձը պետք է պլանավորել այնպես, որ հնարավորինս նվազեցվի համապատասխան մաթեմատիկական մոդելում հաշվի չառնված ֆիզիկական գործոնները: Վերջինս կատարողից պահանջում է փորձառություն, ուշադրություն և հնարամտություն: Ֆիզիկայի հանրապետական օլիմպիադայում առաջադրված փորձարարական խնդիրներից մեկում պահանջվում էր որոշել կոր ճոռով գլորվող գնդիկի ճոռից պոկման պահին ունեցած արագության կախումը բարձրությունից: Փորձի կատարումը ենթադրում է, որ նախ ճոռը պետք է ամրացնել շտատիվից, այնպես, որ նրա ստորին մասը լինի հորիզոնական, որպեսզի նրանից պոկված գնդիկի հետագա շարժումը լինի հորիզոնական ուղղությամբ նետված մարմնի շարժում և չափելով ճոռից անջատման կետի h



Նկ. 1 Ճոռի ստորին մասի համեմատ գնդիկի $H-h$ բարձրությունից ճոռից պոկման v արագության կախումը որոշելու փորձը

բարձրությունն ու գնդիկի թռիչքի / հասողությունը միարժեքորեն հնարավոր լինի որոշել նրա յարագությունը (Նկ. 1): Ճռի ստորին մասի հորիզոնական դիրքը ապահովելու համար պետք է այդ մասում դնել գնդիկը և ճռը բերել այնպիսի դիրքի, որ գնդիկը բաց թողնելուց հետո այն չզլորվի և մնա տեղում: Սա ապահովելուց հետո նոր միայն կարելի է ամրացնել ճռը և շարունակել փորձը: Այս առաջադրանքի ստուգումների ընթացքում պարզ դարձավ, որ աշակերտներից շատերը ճռը ամրացրել էին «աչքաչափով» նրա ստորին մասի հորիզոնական լինելը համարելով ակնառու, փորձնական միջոցներ ու ստուգում չպահանջող և չափումներ էին կատարել միայն բարձրությունների և թռիչքի հասողության համար: Առաջին հայացքից այս փոքրիկ բացթողումով կատարված փորձը իրականում կոպիտ և անհետևողական է, հանգեցնում է զգալի սխալների, մեկ անգամ ևս վկայելով այն մասին, որ փորձնական աշխատանքում մանրունքներ չկան:

Փորձնական կայանքի հավաքումից հետո կատարվում են առաջին նախնական չափումները, որի արդյունքում պարզ է դառնում, թե որքանով է փորձը գործնականում իրականացնելի, իսկ ստացված արդյունքները՝ իրատեսական և սպասելի: Օրինակ, պետք է ուշադրություն դարձնել որ, չափման սխալանքով պայմանավորված հաստատուն ֆիզիկական մեծության համար ստացված արժեքների տարամիտումները բավականին փոքր լինեն այդ մեծությունից: Եթե նախնական չափումների արդյունքները գոհացուցիչ չեն, ապա անհրաժեշտ է վերադառնալ նախորդ փուլ և փոփոխություններ ու ճշտումներ անել տեսական մոդելում և փորձի սխեմայում: Որոշ դեպքերում փորձի կատարման ընթացքում ի հայտ եկած պրոբլեմները կարող են հուշել, թե ինչը և ինչպես պետք է փոխել փորձը հաջողությամբ իրականացնելու և իրատեսական արդյունքներ ստանալու համար:

Փորձի հիմնական ընթացք, չափումների կատարում և գրանցում

Փորձնական կայանքը վերջնական աշխատանքային վիճակի բերելուց հետո սկսվում է անհրաժեշտ մեծությունների չափումների փուլը: Նախ պետք է բոլոր չափումները կատարվեն խնամքով, որպեսզի դրանց պատահական սխալանքը լինի հնարավորինս փոքր: Չափման արդյունքները պետք է գրանցել չափող սարքերի թույլ տված առավելագույն ճշտությամբ: Ֆիզիկական մեծությունների արժեքները կամ դրանց կախվածությունների տեսքը որոշելիս անհրաժեշտ է յուրաքանչյուր անգամ կատարել մեկ տասնյակին մոտ քանակությամբ չափումներ և դրանք գրանցել առանձին աղյուսակների ու գրաֆիկների տեսքով

այնպես, որ դրանք հետագայում հեշտությամբ կարելի լինի մշակել և օգտագործել դրանցից կախված վերջնական որոնելի մեծությունը կամ կախվածությունը գտնելու համար: Կարևոր է սովորողներին ներկայացնել, որ ընդամենը երկու-երեք չափումներով ստացված արդյունքները ոչ մի փորձնական արժեք չունեն: Օրինակ, եթե տեսական մոդելը կանխատեսում է գծային կախվածություն և փորձարարը դա ստանալու համար կատարում է երկու չափում և դրանց համապատասխան կետերով գծում ուղիղ, ապա վերջինս բոլորովին չի ստուգում այդ գծային կախվածությունը, քանի որ ցանկացած երկու կետերով էլ ակնհայտորեն կարելի է տանել ուղիղ և դեռ պարզ չէ, թե մնացած չափումների արդյունքում որոշված կետերը որքանով կգտնվեն այդ ուղիղ վրա, կամ դրա մոտակայքում: Ավելին, եթե նշված կետերից նույնիսկ մեկը փորձարարի վրիպման արդյունքում սխալ է որոշվել, ապա ստացված ուղիղը ոչ մի կերպ չի արտահայտի ֆիզիկական մեծությունների որոնելի կախվածությունը: Հակառակ դեպքում, երբ փորձարարը կատարում է բազմաթիվ չափումներ, ապա նրա մեկ-երկու վրիպումները պարզ կերևան ընդհանուր ֆոնի վրա, որոնք նա կարող է ստուգել և ուղղել համապատասխան կրկնակի փորձերի կատարման միջոցով: Երբեմն տեսությունը կանխատեսում է ֆիզիկական մեծությունների բավականին բարդ ոչ գծային կախվածություն և անհրաժեշտություն է առաջանում ստանալ դրա փորձնական գրաֆիկը: Նման դեպքերում ուսումնասիրվող կախվածության սահուն փոփոխվող մասերին համապատասխանող տիրույթներում կարելի է չափումներ կատարել փոքր խտությամբ՝ համեմատաբար քիչ քանակությամբ արժեքների համար: Մինչդեռ քննարկվող ֆունկցիոնալ կախվածության կտրուկ փոփոխվող տեղամասերում անհրաժեշտ է կատարել մեծ քանակությամբ չափումներ՝ կառուցվող գրաֆիկի իրար մոտ դասավորված կետեր ստանալու նպատակով: Նման մոտեցման դեպքում փորձնական ճանապարհով ստացված կետերի ինտերպոլյացիայի արդյունքում կստացվի իրականին մոտ սահուն գրաֆիկ: Եթե ուսումնասիրվող օրինաչափությունը գծային է միայն որոշակի տիրույթում, ապա տվյալներ պետք է վերցնել այն ընդգրկող ավելի մեծ տիրույթի համար, որպեսզի հնարավոր լինի փորձնական ճանապարհով որոշել գծայնության սահմանը:

Փորձնական տվյալների մշակում , աշխատանքի ամփոփում և ներկայացում

Այս փուլում մշակվում են փորձի ընթացքում ձեռք բերված տվյալները և ապա դրանց օգնությամբ որոշվում առաջադրանքում պահանջվող ֆիզիկական մեծությունը կամ կախվածությունը: Դրանով ավարտվում է խնդրի լուծման

բովանդակային մասը և մնում է միայն մանրամասնորեն գրառել և ներկայացնել ինչպես կատարման ընթացքը, այնպես էլ ստացված արդյունքները: Ինչպես նախորդ, այնպես էլ այս փուլի կատարման համար քիչ է ուսումնամեթոդական գրականությունը [7-9], իսկ նման հայալեզու գրականություն կամ չկա, կամ էլ հասանելի չէ մանկավարժներին և աշակերտներին: Հանրակրթական դպրոցի ֆիզիկայի 7-րդ դասարանի դասագրքի մի պարագրաֆում [1, 13-16] տարրական ներածական մակարդակով խոսվում է ուղիղ և անուղղակի չափումների, դրանց սխալանքի, ֆիզիկական մեծության միջինի և դրանց հարակից այլ հասկացությունների և գաղափարների մասին, սակայն դասընթացի հետագա ողջ ընթացքում այլևս չի շոշափվում և զարգացվում այդ կարևոր հարցերը: Սրա պատճառով միջին, իսկ հետագայում նաև ավագ դպրոցի բազմաթիվ լաբորատոր աշխատանքների արդյունքների մշակումը դժվար է կատարել պատշաճ փորձարարական մակարդակով: Պարզ է, որ ստանդարտ փորձերի արդյունքների մշակմանը անծանոթ աշակերտը հազիվ թե կարողանա կառուցել ստեղծագործական փորձարարական խնդրի մաթեմատիկական մոդել ու մշակել դրա չափումների արդյունքները: Այս պատճառով ուսուցման գործընթացում ֆակուլտատիվ և լրացական դասաժամերին և հատկապես օլիմպիական պարապմունքների ընթացքում կարիք կա աշակերտներին անհրաժեշտ մակարդակով ծանոթացնել չափումների տարբեր տեսակի սխալանքներին (գործիքային, պատահական, բացարձակ, հարաբերական, միջին քառակուսային...), կողմնակի չափումների սխալանքի՝ ուղիղ չափումների սխալանքների միջոցով արտահայտելու մեթոդներին և դրանց հաշվառմամբ տվյալ փորձի հնարավորությունների սահմանում ֆիզիկական մեծությունների արժեքների ճիշտ որոշմանը, գրաֆիկների կառուցմանն ու գրաֆիկական կախվածությունների մշակմանը: Այս ամենին նախ կարելի է ծանոթացնել արդեն մշակված և կատարված աշխատանքների կրկնման և ապա ինքնուրույն խնդիրների կատարման ճանապարհով:

Գլուխ 2

ՖԻԶԻԿԱՅԻ ՓՈՐՁԱՐԱՐԱԿԱՆ ԽՆԴԻՐՆԵՐԻ ԼՈՒԾՄԱՆ ՈՐՈՇ ՄՈՏԵՑՈՒՄՆԵՐ ԵՎ ՕՐԻՆԱԿՆԵՐ

Ֆիզիկայի դասավանդմանը նվիրված մեթոդական գրականությունում մինչ օրս էլ բացակայում է «փորձարարական խնդիր» եզրույթի հստակ ձևակերպումը, սակայն տարիների ընթացքում կատարված հետազոտությունների ընթացքում պարզաբանվել է ինչպես դրա էությունը, այնպես էլ կարևոր դերն ու նշանակությունը ուսուցման գործընթացում: Ըստ էության դրանք հաշվողական ֆիզիկական խնդիրներ են, որոնց ձևակերպումը և լուծումը անմիջականորեն կապված են փորձի կատարման և դրա արդյունքների կիրառման հետ: Լաբորատոր աշխատանքների կատարման համեմատ փորձարարական խնդիրների լուծումը առավել ստեղծագործական մոտեցումներ ու հնարամտություններ պահանջող գործընթաց է: Այն սովորողից պահանջում են գործողությունների պլանի և լուծման ճանապարհի ինքնուրույն ընտրություն, փորձնական կայանքի պատրաստում և մշակում, ինչպես նաև տեսական վերլուծական կարողությունների ցուցաբերում:

Զնայած ակնհայտ անհրաժեշտությանն ու կարևորությանը հայալեզու ուսումնամեթոդական գրականությունում սակավ են փորձարարական առաջադրանքներին վերաբերող գիտամեթոդական հոդվածները, գրքերն ու ձեռնարկները: Նշված խնդրատեսակին անդրադարձ է կատարված «Բնագետի» մատենաշարի [4, էջեր 119-135] գրքում և հետազոտական ու ստեղծագործական խնդիրների հետ մեկտեղ դրանց հատկացված է մի առանձին պարագրաֆ: Ամենամյա պարբերականությամբ լույս են տեսնում ֆիզիկայի օլիմպիականները լուսաբանող գրքույկները, որտեղ ներկայացված են նաև հանրապետական և միջազգային օլիմպիականներին առաջադրված փորձարարական խնդիրները իրենց լուծումներով: Նշված լուծումները հիմնականում շարադրված են սեղմ ոճով, առանց մեթոդական բնույթի ուղեկցող մեկնաբանությունների ու բացատրությունների և հասցեագրված են փորձարարական խնդիրների լուծման փորձառություն ունեցող բավականին պատրաստված աշակերտին կամ դասավանդող մասնագետին: Սույն աշխատանքում փորձ է արվում լրացնել այդ բացը և կոնկրետ օրինակներով ներկայացնել ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացի շրջանակում փորձարարական խնդիրների իրացումը: Նման

մոտեցմամբ կարելի է կազմել նաև փորձարարական առաջադրանքներ ֆիզիկայի տարբեր բաժիններից և դրանք ներդնել ուսուցման գործընթացում:

Ստորև նախ համառոտակի կանդրադառնանք ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացում փորձարարական խնդիրների լուծման հիմնական մոտեցումներին և քայլերին, որից հետո կբերենք դրանց կիրառությունը լուսաբանող աստիճանական բարդացման սկզբունքով կազմված խնդրաշարքի օրինակ:

Փորձարարական խնդիրների լուծման հիմնական փուլերն են [5, էջեր 4-10].

- *Ծանոթացում խնդրի տվյալների, պահանջների և աշխատանքի կատարման համար տրամադրված անհրաժեշտ սարքերի և պարագաների հետ,*
- *փորձի ընթացքի նախագծում և երևույթի մաթեմատիկական մոդելի մշակում,*
- *փորձնական կայանքի հավաքում և փորձարկում, նախնական տվյալների ստացում,*
- *փորձի հիմնական ընթացք, չափումների կատարում և գրանցում,*
- *Փորձնական տվյալների մշակում, աշխատանքի ամփոփում և ներկայացում:*

Խնդիր 1: Որոշել աղաջրի լուծույթի խտությունը: Փորձի կատարման համար տրված են աղաջուր, կշեռք, չափազևան:

Ծանոթանալով փորձնական պարագաներին պարզ է դառնում, որ փորձի կատարման ընթացքում կարելի է վերցնել որոշակի ծավալով աղաջուր և հնարավոր է կատարել զանգվածի տարբեր չափումներ: Կշեռքի աշխատանքը ստուգելուց հետո կարելի է անցնել որոնելի մեծության որոշման բանաձևի ստացմանն ու փորձի ընթացքի նախագծմանը:

Աղաջրի զանգվածը որոշելու համար այն պետք է լցնել չափանոթի մեջ և կշռել: Պարզ է, որ ցանկացած նման կշռման դեպքում չափում ենք չափազևանի և նրա մեջ եղած աղաջրի գումարային զանգվածը: Միայն աղաջրի զանգվածը ունենալու համար անհրաժեշտ է դրանից հանել չափազևանի զանգվածը: Այս պատճառով սկզբում պետք է չափել դատարկ չոր չափազևանի m_0 զանգվածը, այնուհետ նրա մեջ ավելացնել որոշակի V ծավալով աղաջուր և կատարել կշռում, ինչի արդյունքում ֆիքսել ստացված m զանգվածը: Պարզ է, որ վերցված աղաջրի զանգվածը կլինի $m - m_0$: Այժմ օգտվելով սահմանումից աղաջրի որոնելի խտության համար ստանում ենք հետևյալ արտահայտությունը.

$$\rho = \frac{m - m_0}{V} :$$

Ստացվածը այն բանաձևն է, որի մեջ տեղադրելով փորձնական չափումների արդյունքները ստանալու ենք աղաջրի խտության թվային արժեքը:

Փորձի ընթացքը տեսականորեն մոդելավորելուց հետո սովորաբար հավաքում են փորձնական կայանքը, սակայն այս դեպքում իրավիճակն ավելի պարզ է, քանի որ անհրաժեշտ է կատարել միայն պարզագույն կշռումներ:

Աղաջրի խտության համար անհրաժեշտ արտահայտության որոշումից և փորձնական պարագաների նախապատրաստումից հետո սկսվում է չափումների կատարման և ստացված արդյունքների գրանցման փուլը: Անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել այն հանգամանքին որ հավաստի փորձնական արդյունքներ ստանալու համար աղաջրով կշռումները պետք է կատարել մի քանի անգամ՝ հեղուկի ծավալի տարբեր արժեքների դեպքում և ստացված արդյունքները գրանցել հետագա վերլուծության համար:

Աշխատանքի վերջում անհրաժեշտ է ստացված արդյունքներով կատարել հաշվումներ և գնահատել դրանց սխալանքը:

Քննարկված խնդիրը պարզագույն փորձարարական խնդիր է, որի լուծումը չի ակնկալում ստեղծագործական և որոնողական մոտեցումների անհրաժեշտություն: Սակայն նման առաջադրանքների կատարումը ձևավորում և զարգացնում է ֆիզիկական մեծությունների չափումներ կատարելու կարողություններ և փորձարարական հմտություններ: Ներկայացնենք խնդրի բարդ տարբերակը, որի տեսական մոդելավորումը կատարողից պահանջում է որոշակի հնարամտություն և տրամաբանական մոտեցում:

Խնդիր 2: Որոշել աղաջրի լուծույթի խտությունը: Փորձի կատարման համար տրված են աղաջուր, կշեռք և կշռաքարեր, մաքուր ջուր և լաբորատոր փորձանոթ:

Նախ ծանոթանալով փորձնական պարագաներին կարելի է եզրակացնել, որ այս փորձի իրականացման ընթացքում հնարավոր է կատարել զանգվածի տարբեր չափումներ, բայց հնարավոր չէ չափել ծավալ: Սակայն փորձանոթի առկայությունը հնարավորություն է տալիս վերցնել միևնույն(փորձանոթի) ծավալով հեղուկներ՝ ջուր և աղաջուր: Այս ամենը վերլուծելուց, կշեռքի աշխատանքը փորձարկելուց և ստուգելուց հետո անցում է կատարվում փորձի ընթացքի նախագծմանն ու խնդրի մաթեմատիկական մոդելի կառուցմանը:

Պարզ է, որ կարելի է ուղիղ կշռման ճանապարհով որոշել ինչպես դատարկ այնպես էլ մաքուր ջրով և աղաջրով լցված փորձանոթի զանգվածները: Վերջիններս համապատասխանաբար նշանակենք m , m_1 և m_2 - ով: Փաստորեն միևնույն ծավալով վերցված մաքուր ջրի զանգվածը կլինի $m_1 - m$, իսկ աղաջրինը՝ $m_2 - m$: Նշված զանգվածները ներկայացնելով որպես խտության և

ծավալի արտադրյալ ու վերջիններս հարաբերելով աղաջրի որոնելի խտության համար ստանում ենք հետևյալ արտահայտությունը.

$$\rho = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \rho_0,$$

որտեղ ρ_0 - մաքուր ջրի խտությունն է: Սա այն վերջնական բանաձևն է, որի մեջ տեղադրելով փորձնական չափումների արդյունքները ստանալու ենք աղաջրի խտության թվային արժեքը:

Ինչպես և նախորդ խնդրում, այս դեպքում ևս փորձնական կայանքի պատրաստման հարց չի առաջանում, քանի որ փորձի ընթացքում պարզապես անհրաժեշտ է կատարել որոշակի կշռումներ:

Աղաջրի խտության համար անհրաժեշտ արտահայտության որոշումից և փորձնական պարագաների նախապատրաստումից հետո սկսվում է չափումների կատարման և ստացված արդյունքների գրանցման փուլը: Նախ պետք է կշռել դատարկ փորձանոթը, ապա պետք է այն լցնել ջրով և կշռել: Վերջում պետք է կշռել աղաջրով լի փորձանոթը: Անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել այն հանգամանքին, որ ջրով և աղաջրով կշռումների դեպքում փորձանոթը պետք է լցված լինի հեղուկով մինչև պշունկը: Այդ կշռումները պետք է կատարել հնարավորինս խնամքով, մի քանի անգամ և ստացված արդյունքները գրանցել:

Վերջում անհրաժեշտ է ստացված արդյունքներով կատարել հաշվումներ և գնահատել դրանց սխալանքը:

Չնայած նախորդ խնդրի նկատմամբ ունեցած բարդության աճին վերևում քննարկված խնդրի ինչպես տեսական այնպես էլ փորձնական վերլուծության հիմքում նույնպես ընկած էր խտության սահմանումն արտահայտող բանաձևը: Նման խնդիրներ լուծելուց հետո կարելի է աստիճանաբար բարդացնել առաջադրանքները և զարգացնել սովորողների վերլուծական և ստեղծագործական կարողությունները: Օրինակ, այս թեմատիկայի շրջանակում առավել պատրաստված սովորողների համար հարմար է առաջադրել ավելի բարդ, հետաքրքիր և բովանդակալից առաջադրանքներ, որտեղ պինդ մարմնի կամ հեղուկի խտության որոշման համար անհրաժեշտ է լինում օգտվել մոմենտների կանոնից կամ Արքիմեդի օրենքից: Քննարկենք նման մի փորձնական առաջադրանք.

Խնդիր 3: Որոշել անհայտ հեղուկի խտությունը: Փորձի կատարման համար տրված են երկու փորձանոթներ, երկու միանման բեռներ, թել, թեթև ձող, քանոն, մաքուր ջուր, հեղուկ, շտատիվ կցորդիչով և թաթիկով:

Այս դեպքում արդեն կշեռքի բացակայությունը հնարավորություն չի տալիս կատարել զանգվածի չափումներ և խտության որոշման նախորդ մոտեցումները չեն աշխատում: Փոխարենը տրված են բազմաթիվ փորձարարական պարագաներ, որոնց օգնությամբ շտատիվի վրա հնարավոր է հավաքել լծակ, դրանից թելերով ամրացնել բեռներն ու փորձարկել տարբեր հավասարակշռության վիճակներ: Ընդ որում հնարավորություն կա ուսումնասիրել հավասարակշռության վիճակներ, երբ բեռներից մեկը, կամ երկուսը խորասուզված են ջրի կամ տրված հեղուկի մեջ: Հարկ է նկատել, որ տրված պարագաներից միակ չափող գործիքը քանոնն է, որի օգնությամբ կարելի է չափել լծակի բազուկները բեռների հավասարակշռության դեպքում:

Այժմ արդեն անհրաժեշտ է նախագծել փորձի ընթացքն ու կառուցել խնդրի մաթեմատիկական մոդելը:

Նախորդ կետում ներկայացվածի համաձայն կարելի է առաջին անգամ հավաքել լծակ, որի մի ծայրից կախված կլինի բեռներից մեկը, իսկ մյուս ծայրից մյուսը՝ խորասուզված մաքուր ջրով լի անոթի մեջ: Հավասարակշռություն ապահովելուց հետո քանոնով պետք է չափել օդում և ջրում գտնվող մարմինների l_0 և d_0 բազուկները: Երկրորդ անգամ արվում է նույնը, ջուրը փոխարինելով անհայտ հեղուկով և չափվում համապատասխան l և d բազուկները: Հաշվի առնելով արքիմեդյան ուժի բանաձևը, երկու դեպքերի համար գրելով հավասարակշռության պայմաններն արտահայտող հավասարությունները և ապա դրանցից արտաքսելով բեռների զանգվածը անհայտ հեղուկի խտության համար ստանում ենք հետևյալ արտահայտությունը.

$$\rho = \frac{d_0}{d} \frac{d-l}{d_0-l_0} \rho_0,$$

որտեղ ρ_0 - ն մաքուր ջրի խտությունն է: Ստացվածը այս փորձարարական խնդրի հաշվարկային բանաձևն է:

Ի տարբերություն նախորդ խնդիրների այս խնդրում արդեն անհրաժեշտ է պատրաստել պարզ փորձարարական կայանք և կողմնորոշվել թե ինչպես պետք է օգտագործել ձեռքի տակ եղած պարագաները՝ շտատիվի վրա ձողը տեղադրել որպես լծակ, դրանից թելերով կախել բեռները, դրանցից մեկը իջեցնել հեղուկի մեջ և այլն:

Հեղուկի խտության որոշման համար անհրաժեշտ արտահայտության ստացումից և փորձնական կայանքի նախապատրաստումից հետո սկսվում է չափումների կատարման և ստացված արդյունքների գրանցման փուլը: Նկարագրված երկու զույգ չափումներն էլ պետք է կատարել հինգից տաս անգամ, գրանցել բազուկների համար ստացված թվային արժեքները, դրանք տեղադրել հաշվարկային բանաձևի մեջ, կատարել հաշվումներ և դրանց սխալանքի գնահատումներ:

Հավելենք, որ որպես լծակ օգտագործվող ձողի թեթև լինելու պարագան պարզեցնում է դիտարկված խնդրի լուծումը, սակայն հաշվումներում ձողի զանգվածի անտեսումը առաջացնում է լրացուցիչ սխալանք: Առավել պատրաստված աշակերտները կարող են փորձնական ճանապարհով ստանալ բեռների և ձողի զանգվածների հարաբերությունը և անհրաժեշտության դեպքում գնահատել այդ սխալանքը, և հեղուկի խտության որոշումը դարձնել ավելի ճշգրիտ:

Ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացի շրջանակում փորձարարական խնդիրների իրականացումը կարող է վերածվել գործնական և կիրառական նշանակություն ունեցող փոքրիկ ուսումնահետազոտական աշխատանքի և նպաստել ինչպես սովորողների մոտիվացիայի բարձրացմանը, այնպես էլ նրանց որոնողական ընդունակությունների, էվրիստիկ, ստեղծագործական և տրամաբանական մտածողության զարգացմանը, ինչն էլ վերջարդյունքում կհանգեցնի ուսուցման արդյունավետության և որակի բարձրացմանը:

Եզրակացություն

Լաբորատոր աշխատանքները և փորձարարական խնդիրները ֆիզիկայի ուսուցման կարևորագույն բաղադրիչներից են քանի որ ֆիզիկան առաջին հերթին փորձարարական գիտություն է: Այս պատճառով էլ ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացի տարբեր փուլերում անհրաժեշտ է պատշաճ ուշադրություն հատկացնել ինչպես տեսական այնպես էլ փորձարարական խնդիրների կազմմանն ու առաջադրմանը: Փորձարարական խնդիրները ոչ միայն նպաստում են ֆիզիկական օրենքների և օրինաչափությունների ճիշտ և ոչ ֆորմալ ընկալմանը այլև հնարավորություն են ընձեռում սովորողներին գործնականում կիրառելու իրենց տեսական գիտելիքները ուսումնական գործունեությունը վերածելով ուսումնահետազոտական գործունեության:

Աշխատանքում վեր հանեցինք փորձարարական խնդիրների էությունը և ֆիզիկայի ուսուցման գործընթացում դրանց դերն ու նշանակությունը: Ներկայացվեց և մեթոդապես վերլուծվեց փորձարարական խնդիրների լուծման հիմնական քայլերն ու մոտեցումները, որոնք կարող են օգտակար լինել ինչպես դասավանդողների այնպես էլ սովորողների համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Թոսունյան Ռ., Մայիլյան Ս., Ֆիզիկա-7: Եր.: «Էդիթ Պրինտ», 2013.-192 էջ:
- Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Թոսունյան Ռ., Մայիլյան Ս., Ֆիզիկա-8: Եր.: «Էդիթ Պրինտ», 2014.-208 էջ:
- Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Թոսունյան Ռ., Մայիլյան Ս., Ներսիսյան Ս., Ֆիզիկա և աստղագիտություն-9: Եր.: «Էդիթ Պրինտ», 2015.-224 էջ:
- Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մայիլյան Ս., Ֆիզիկա-10: Եր.: «Էդիթ Պրինտ», 2010.-272 էջ:
- Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ., Մամյան Ա., Մայիլյան Ս., Ֆիզիկա-11, Եր.: «Էդիթ Պրինտ», 2010.- 368 էջ:
- Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մամյան Ա., Մելիքյան Գ., Մայիլյան Ս., Ֆիզիկա-12, Եր.: «Էդիթ Պրինտ», 2011.-264 էջ:
- Варламов С.Д., Зильберман А.Р., Зинковский В.И. Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах. – М., МЦ-НМО, 2009. - 184 с.
- Слободянюк А.И. Физика. Экспериментальные задачи в школе: пособие для учителей общеобразоват. учреждений с белорус. и рус. яз.обучения /А.И.Слободянюк. – Мн.: Аверсэв, 2011. - 397 с.
- Тихонов П.С., Черников Ю.А., Олимпиадный физический практикум, Москва, 2019.-416 с.
- Знаменский П.А., Лабораторные занятия по физики в средней школе. – Л.: «Учпедгиз», 1955.
- Галлинггер И.В., Экспериментальные задания на уроках физики // Физика в школе. 2008. № 2 . - с. 26-31.
- Варламов С.Д., Зильберман А.Р., Зинковский В.И. Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах. – М., МЦ-НМО, 2009. - 184 с.
- Աթայան Կ.Ի., Մայիլյան Ս.Ս., Սարգսյան Հ.Ա., Պետրոսյան Լ.Ս., Ֆիզիկայի խնդիրներ: Տեսակները և լուծման մեթոդները: Եր.: Անտարես, 2004 - 296 էջ:

Բովանդակություն

Նախաբան-----	2 - 4 էջ
Գլուխ 1 / Փորձարարական խնդրի լուծման հիմնական փուլերը-----	5 -10 էջ
Գլուխ 2/ Ֆիզիկայի փորձարարական խնդիրների լուծման որոշ մոտեցումներ և օրինակներ-----	11-16 էջ
Եզրակացություն-----	17 էջ
Գրականություն-----	18 էջ