

ՀՏԴ 53

Ֆիզիկա

Ռուզաննա ԳԵՎՈՐԳՅԱՆ

ԱրՊՀ մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ամբիոնի ասիստենտ

E-mail: ruzanna.gevorgyan.2021.@mail.ru

**ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐԻ ԵՎ
ՀԱՄԱՊԱՏԱՍԽԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԶԱՅԻՆ ԾՐԱԳՐԵՐԻ
ՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄԸ ՖԻԶԻԿԱՅԻՑ ԼԱԲՈՐԱՏՈՐ
ՊԱՐԱՊՄՈՒՆՔՆԵՐՆ ԱՌԱՎԵԼ ԱՐԴՅՈՒՆԱՎԵՏ
ԿԱԶՄԱԿԵՐՊԵԼՈՒ ՆՊԱՏԱԿՈՎ**

Հոդվածում դիտարկվում է ֆիզիկայից լաբորատոր աշխատանքներն առավել արդյունավետ կազմակերպելու և ուսանողների հետազոտական ունակությունները զարգացնելու նպատակով այդ աշխատանքների կատարման պլանները վերանայելու, ինչպես նաև լաբորատոր աշխատանքների կատարման գործընթացում ժամանակակից համակարգչային ծրագրերից օգտվելու անհրաժեշտությունը: Աշխատանքների վերանայման արդյունքում հնարավոր է որոշակի ձևափոխությունների միջոցով ստանալ հետաքրքիր մաթեմատիկական առնչություններ տվյալ լաբորատոր աշխատանքում դիտարկվող երևույթը նկարագրող ֆիզիկական մեծությունների միջև, որոնք գրաֆիկորեն կարելի է պատկերել համակարգչային այնպիսի ծրագրերի միջոցով, ինչպիսիք են Microsoft Excel-ը և Mathcad-ը: Որպես օրինակ ներկայացված է «Բոյլ-Մարիոտի օրենքի փորձնական ստուգումը» լաբորատոր աշխատանքը:

Բանալի բառեր` ֆիզիկա, լաբորատոր աշխատանք, հետազոտական ունակություն, գազային օրենք, իզոթերմ պրոցես, հաստատուն զանգված, ճնշաչափ:

Р. Геворгян

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ И СООТВЕТСТВУЮЩИХ
КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ БОЛЕЕ**

ЭФФЕКТИВНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ФИЗИКЕ

В статье рассматривается необходимость использования современных компьютерных программ в процессе выполнения лабораторных работ, а также необходимость пересмотра планов выполнения этих работ с целью развития исследовательских способностей студентов и более эффективной организации лабораторных работ по физике. В результате обзора работ можно получить интересные математические зависимости между физическими величинами, описывающими явление, наблюдаемыми в данной лабораторной работе, путем определенных модификаций, которые могут быть графически отображены с помощью таких компьютерных программ, как Microsoft Excel и Mathcad. В качестве примера представлена лабораторная работа „Экспериментальная проверка закона Бойля-Марриотта“.

Ключевые слова: физика, лабораторная работа, исследовательская способность, газовый закон, изотермический процесс, постоянная масса, манометр.

R. Gevorgyan

THE USE OF MODERN TECHNOLOGIES AND APPROPRIATE COMPUTER PROGRAMS IN ORDER TO ORGANIZE LABORATORY CLASSES IN PHYSICS MORE EFFICIENTLY

The article considers the need to organize laboratory work in physics more effectively and to review the plans for the implementation of these works in order to develop the research abilities of students, as well as the need to use modern computer programs in the process of performing laboratory work. As a result of the review of works, interesting mathematical relationships can be obtained between physical quantities describing the phenomenon observed in this laboratory work, through certain modifications, which can be graphically depicted using computer programs such as Microsoft Excel and Mathcad. Sometimes it is possible to replace equipment designed for laboratory work with a more modern and compact version. As an example, the laboratory work "Experimental verification of the Boyle-Marriot law" is presented. For this work, a modified

mathematical relationship is presented, which creates a connection between some parameters describing the isothermal process, as well as graphs built with the help of the above-mentioned computer programs based on the corresponding theoretical and experimental calculations.

Key words: *physics, laboratory work, research ability, gas law, isothermal process, constant mass, pressure gauge.*

Լաբորատոր պարապմունքները ֆիզիկայի համալսարանական դասընթացի պարտադիր մաս են կազմում: Ուսանողները լաբորատոր աշխատանքներ կատարում են ֆիզիկական ուսումնասիրելու գրեթե առաջին ժամից սկսած, որին զուգահեռ ներկայացվում են նաև ծրագրին համապատասխան ցուցադրական փորձեր: Ֆիզիկայի ուսումնասիրման դասընթացում լաբորատոր աշխատանքներին տրված այդպիսի առաջնահերթությունը լիարժեքորեն արդարացված էմ համարում: Ֆիզիկական փորձարարական գիտություն է, և, վերջին հաշվով, բոլոր ֆիզիկական օրենքներն ու օրինաչափությունները գործնական հիմքեր ունեն և համապատասխան փորձերի արդյունքների ընդհանրացում են հանդիսանում:

Ընդհանուր առմամբ, ցանկացած ուսուցման նպատակն է արժևորել ուսուցանվող նյութն այնպես, որ սովորողը կարողանա այդ ուսման ընթացքում ձեռք բերած գիտելիքները կիրառել գործնականում: Հետևաբար, ուսուցման գործընթացի կարևորագույն տարրերից է այն սարքերի ու չափման մեթոդների օգտագործումը, որոնց ուսանողներն արդեն ծանոթացել են տեսականորեն: Իսկ դա միանշանակ հնարավոր է դառնում ֆիզիկական փորձերի կատարման միջոցով: Ֆիզիկական փորձի կիրառությունն օգնում է ուսանողների մոտ ֆիզիկայի նկատմամբ սեր ու հետաքրքրություն առաջացնել և պահպանել այն ուսման ամբողջ պրոցեսի ընթացքում, ակտիվացնում է նրանց ստեղծագործ մտածողությունը, նպաստում է ֆիզիկայից ավելի խոր և կայուն գիտելիքների ձեռքբերմանը, զարգացնում է փորձի արդյունքների վերլուծության հիման վրա ինքնուրույն հետևություններ անելու կարողությունը, զարգացնում է նրանց դիտողունակությունը, պատկերավոր մտածողությունը, դիտումների հիման վրա ընդհանրացումներ կատարելու ունակությունը: Ֆիզիկական փորձը կենդանացնում է ուսումնասիրվող նյութը:

Համալսարանական լաբորատորիայի անհրաժեշտ սարքավորումներով համալրված լինելն անհրաժեշտ նախապայման է լաբորատոր աշխատանքներն արդյունավետ կազմակերպելու համար: Մինևույն ժամանակ, միայն սարքերի առկայությունը բավարար չէ լաբորատոր աշխատանքներն ավելի հետաքրքիր կազմակերպելու և այն հետազոտական աշխատանքի վերածելու համար: Երբեմն էլ գիտական առաջընթացի

դարաշրջանում կարիք է լինում առկա սարքավորումների շարքը համալրել նորերով կամ պարզապես դրանց հին տարբերակները փոխարինել նոր այլընտրանքային (թեկուզ ինքնաշեն) տարբերակներով: Դրան զուգահեռ կարիք է առաջանում նաև պարբերաբար վերանայել ու թարմացնել լաբորատոր աշխատանքների կատարման պլանները, որոնք կազմվում են որոշակի չափորոշիչների համապատասխան: Յուրաքանչյուր այդպիսի պլանում ներկայացվում է տվյալ աշխատանքին վերաբերող որոշակի տեսական նյութ, և տրվում են ցուցումներ աշխատանքի կատարման վերաբերյալ: Լաբորատոր աշխատանքների պլանները պարբերաբար վերանայելը նաև «Ժամանակի հետ քայլելու» նպատակ է հետապնդում: Այն է. փորձել լաբորատոր աշխատանքները վերածել հետազոտական գործունեության՝ օգտագործելով ժամանակակից տեխնոլոգիաները և օգտվելով համակարգչային համապատասխան ծրագրերից: Ստորև հենց այդպիսի փոփոխություն կատարելու փորձի մի օրինակ կքննարկվի:

Ֆիզիկայի ընդհանուր դասընթացի «Մոլեկուլային ֆիզիկա և ջերմադինամիկա» բաժնի ուսումնասիրման ընթացքում նախատեսված լաբորատոր աշխատանքներից է «Բոյլ-Մարիոտի օրենքի փորձնական հաստատումը»: Այս աշխատանքի կատարման համար նախատեսված պլանը, որը երկար ժամանակ չի վերանայվել, հետևյալն է.

Լաբորատոր աշխատանք

Բոյլ-Մարիոտի օրենքի փորձնական հաստատումը

Աշխատանքի նպատակը. Ուսումնասիրել իզոթերմ պրոցես՝ գազի ծավալների հարաբերությունը հաստատուն ջերմաստիճանում համեմատելով ճնշումների հարաբերության հետ:

Անհրաժեշտ սարքեր և նյութեր. ցուցադրական փակ մանոմետր, փոփոխական ծավալով (ծալքավոր) գլան, սանդղակ և ռետինե խողովակ:

Տեսական մաս

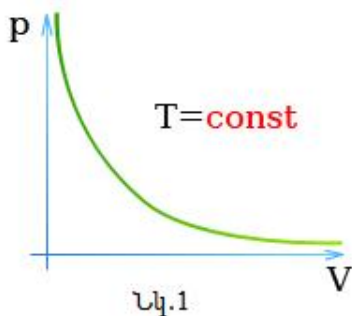
Տրված քանակով նոսր գազի վիճակը որոշվում է դրա ճնշման (P), ծավալի (V) և ջերմաստիճանի (T) միջոցով: Եթե նշված պարամետրերից որևէ մեկը մնում է հաստատուն, ապա քանակական կապերը մնացած երկուսի միջև կոչվում են *հիմնական գազային օրենքներ*:

Առաջին գազային օրենքը փորձնականորեն հայտնաբերել է անգլիացի գիտնական Ռոբերտ Բոյլը 1662 թ., իսկ մի քանի տարի անց՝ ֆրանսիացի գիտնական Էդմ Մարիոտը կապ է հաստատել տրված քանակով գազի ճնշման և ծավալի միջև՝ հաստատուն ջերմաստիճանում:

Համակարգի վիճակի փոփոխությունը հաստատուն ջերմաստիճանում կոչվում է *իզոթերմ պրոցես*: Տրված քանակով գազի ճնշման և ծավալի արտադրյալն իզոթերմ պրոցեսում հաստատուն է՝

$$PV = \text{const երբ } m = \text{const } T = \text{const}$$

Եթե (1) հավասարումը գրվի գազի երկու կամայական վիճակների համար, որոնք բնութագրվում են P_1, V_1, T և P_2, V_2, T պարամետրերով, ապա կունենանք՝



$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \quad m \quad const \quad T \quad const$$



Գազի ճնշման կախումը ծավալից պատկերող կորը կոչվում է *իզոթերմ*: Եթե կոորդինատային առանցքների վրա տեղադրենք գազի ճնշման և ծավալի արժեքները, ապա այդ կախումը, ըստ (1) առնչության, կպատկերվի հիպերբոլի մի ճյուղով (նկ.1) (երկրորդ՝ բացասական V -երին համապատասխանող ճյուղը ֆիզիկական իմաստ չունի):

Բոյլ-Մարիոտի օրենքը ճիշտ է բոլոր գազերի, գազերի խառնուրդների համար: Միայն մթնոլորտային ճնշումից մի քանի հարյուր և ավելի անգամ մեծ ճնշումների և ցածր ջերմաստիճանների դեպքում դիտվում են զգալի շեղումներ օրենքից, ընդ որում, նույն պայմաններում շեղման չափը կախված է գազի տեսակից:

Փորձի կատարման ընթացքը

1. Ծալքավոր չսեղմված գլանը ռետինե խողովակով միացրեք մանոմետրին, փակեք մանոմետրի ազատ ծորակը, որպեսզի գազի զանգվածը գլանում մնա անփոփոխ (նկ.2):

2. Գրանցեք ծալքավոր գլանի ծավալը սանդղակի միջոցով և մանոմետրի ցուցմունքը: Ստացված արդյունքները գրանցեք աղյուսակում:

$V=$	$P=$	$P \ V=$
$V_1=$	$P_1=$	$P_1 \ V_1=$

3. Պտուտակի միջոցով դանդաղ սեղմեք գլանը և գրանցեք ծավալի ու ճնշման տվյալները:

4. Կատարեք 4-5 գրանցում և համոզվեք, որ PV արտադրյալը չի փոխվում:

Այսպիսին է նշված պլանի բովանդակությունը: Այսինքն՝ աշխատանքն ավարտվում է չափումների արդյունքների վրա հիմնված պարզագույն հաշվումներով: Կատարված աշխատանքն ակնհայտորեն հետազոտական բնույթ չի կրում:

Դիտարկենք փորձարարական սարքի, դրանով կատարվող չափումների և համապատասխան հաշվումների այլընտրանքային տարբերակ:



Նկ.3.



Նկ.4.

Նախ նկ.2-ում պատկերված սարքը փոխարինենք նկ.3-ում ներկայացված ավելի կոմպակտ և նոր տարբերակով: Նկատենք, որ այն կազմված է շատ պարզ մասերից, որոնք կարելի է ձեռք բերել սովորական դեղատներից:

Մինչ փորձի կատարման ընթացքին ու չափումներին անցնելը, փորձենք ստանալ հետաքրքիր ֆունկցիոնալ կախվածություն որոշ մեծությունների միջև, օգտվելով Բոյլ-Մարիոտի օրենքի մաթեմատիկական ձևակերպումից, որը ներկայացված է (1) հավասարումով:

Դիտարկենք գազի P_1, V_1, T_1 և P_2, V_2, T_2 պարամետրերով բնութագրվող երկու վիճակներ, որտեղ $P_2 = P_1 + \Delta P_1$: Համաձայն (1)-ի՝ նշված պարամետրերը կապված են հետևյալ առնչությամբ՝

$$P_1 V_1 = P_1 + \Delta P_1 V_2$$

Ձևափոխենք (3)-ը հետևյալ տեսքի՝

$$P_1 + \Delta P_1 = P_1 \frac{V_1}{V_2}$$

(4)-ից կունենանք՝

$$\Delta P_1 = P_1 \frac{V_1}{V_2} - P_1$$

որտեղից՝

$$\Delta P_1 = P_1 \frac{V_1}{V_2} - P_1$$

Ընդհանրացնելով (6)-ը n թվով ($n=1,2,\dots$) չափումների համար՝ կունենանք՝

$$\Delta P_n = p_1 \frac{V_1}{V_n} - p_1$$

(7)-ից ակնհայտ է ճնշումների ΔP_n տարբերության և V_1/V_n հարաբերության միջև գծային կախվածությունը: Փորձենք այն պատկերել գրաֆիկորեն: Այդ նպատակով կատարենք համապատասխան չափումներ նկ.3-ում պատկերված փորձասարքով:

Նշենք, որ մինչև չափումներին անցնելն անհրաժեշտ է համոզվել, որ ճնշաչափն ու ներարկիչը միացնող ռետինե խողովակից օդի արտահոսք չկա: Նաև պետք է ուշադրություն դարձնել մխոցի սկզբնական դիրքին և համապատասխանորեն ճնշաչափի նախնական ցուցմունքին (նշենք, որ ճնշաչափը ցույց կտա ներարկիչում օդի ճնշման և արտաքին մթնոլորտային ճնշման տարբերությունը): Ճիշտ տարբերակը ցուցադրված է նկ. 3-ում: Այսինքն՝ պետք է ունենանք $\Delta P_1=0$, $V_1=50$ մլ:

Մխոցի օգնությամբ շնչով փոփոխելով գազի ծավալը (նկ.4)՝ կատարենք չափումներ (8-10 անգամ) և ճնշումների տարբերության ու ծավալի ստացված արժեքները գրանցենք աղյուսակում:

V_n մլ	50	48	46	44	42	40	38	36	34
ΔP_n մմ սնդ սյ.	0	20	45	70	105	140	180	220	265

Հաջորդ աղյուսակում պետք է գրանցել ΔP_n տարբերության և V_1/V_n հարաբերության թվային արժեքները՝ կատարելով համապատասխան հաշվումներ:

ΔP_n մմ սնդ սյ.	0	20	45	70	105	140	180	220	265
V_1/V_n	1	1,042	1,087	1,136	1,190	1,250	1,316	1,389	1,471

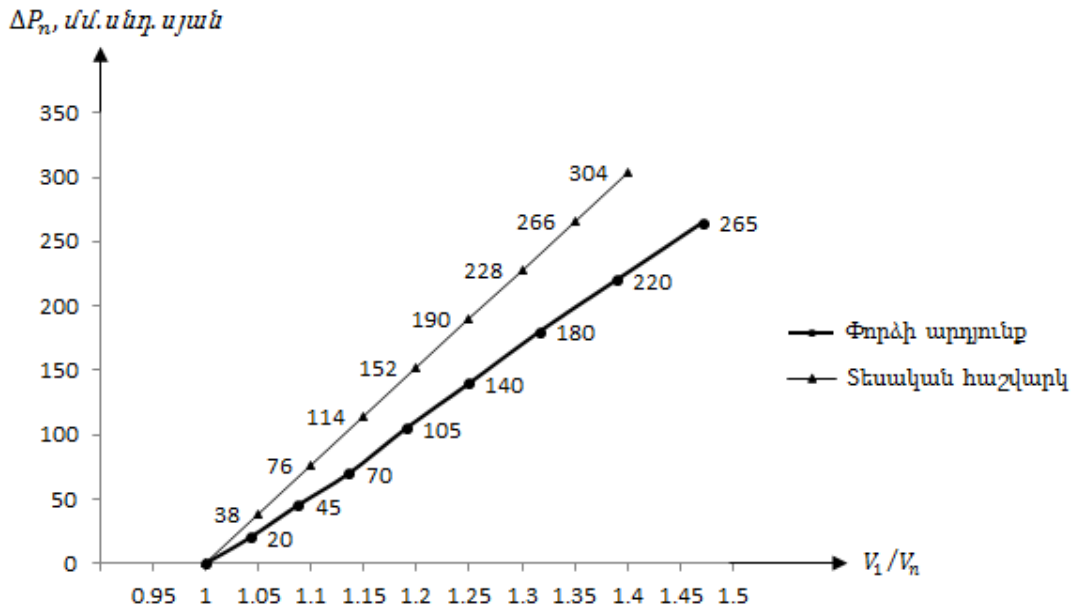
Կատարենք հաշվումներ (7) բանաձևով՝ ընդունելով, որ գազի սկզբնական ճնշումը հավասար է նորմալ մթնոլորտային ճնշմանը՝ $P_1=760$ մմ. սնդ. սյան, իսկ ծավալների հարաբերությունը փոփոխվում է 0,05 քայլով՝ սկսած 1-ից (գազի սկզբնական ծավալը 50 մլ է):

V_1/V_n	1	1.05	1.1	1.15	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4
ΔP_n մմ սնդ սյան	0	38	76	114	152	190	228	266	304

Նման տեսական ու փորձնական հաշվարկներից հետո, ընտրելով հարմար մասշտաբներ և տեղադրելով աբսցիսների առանցքի վրա ծավալների V_1/V_n հարաբերության, իսկ օրդինատների առանցքի վրա՝ ճնշումների ΔP_n տարբերության արժեքները, կարելի է կառուցել նշված մեծությունների կախվածության գրաֆիկը և համոզվել, որ երկու դեպքում էլ այն ուղիղ գիծ է:

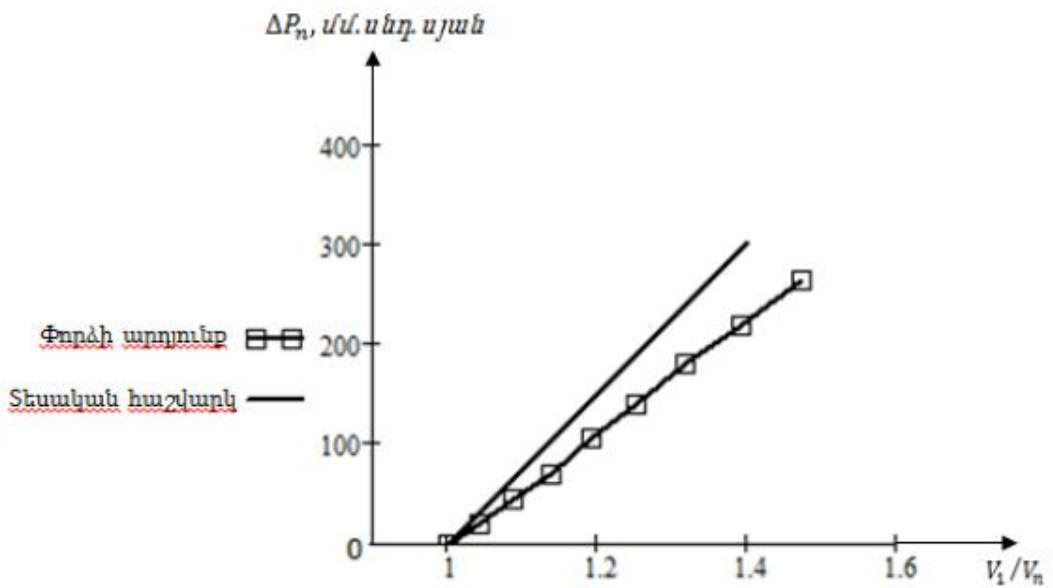
Նշված գրաֆիկների կառուցման այլընտրանքային ու ավելի հարմար տարբերակը կլինի դրանց կառուցումը համակարգչային համապատասխան ծրագրերի օգնությամբ, ինչպիսիք են Microsoft Excel-ը և Mathcad-ը: Ստորև ներկայացված են այդ ծրագրերով կատարված աշխատանքի արդյունքները:

Նկ. 5-ում պատկերված արդյունքը ստացվել է Microsoft Excel ծրագրով: Նկարից երևում է, որ ծավալների հարաբերության սկզբնական արժեքը հավասար է մեկի, այն զրոյի հավասար լինել չի կարող, քանի որ գազի սկզբնական ծավալը զրո չէ:



Նկ.5

Նկ. 6-ում պատկերվածը Mathcad ծրագրով կատարված համանման աշխատանքի արդյունքն է:



Նկ.6

Այսպիսով, միննույն հարթության վրա տեղադրելով տեսական հաշվարկների ու փորձի արդյունքները և կառուցելով համապատասխան գրաֆիկները, կարելի է նկատել, որ դրանք չեն համընկնում: Այդ տարբերությունը պայմանավորված է փորձի կատարման ոչ իդեալական պայմաններով: Այդուհանդերձ նշված մեծությունների միջև գծային կախվածությունն ակնհայտ է: Հենց դրանում համոզվելն էլ կատարված հետազոտության նպատակն էր:

Գրականություն

1. Анциферов Л.И., Пищиков И.М., Практикум по методике и технике школьного физического эксперимента, М., Просвещение, 1984, стр. 255.
2. Հակոբյան Գ.Վ., Սովորողների հետազոտական ունակությունների զարգացումը ֆիզիկայի դասավանդման ընթացքում, «Լույս» հրատարակչություն, Եր., 1977, 160 էջ:
3. Кузнецов С.И., Курс физики, Часть I. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика. Издательство Томского политехнического университета, 2013, стр. 377.
4. Савелев И.В., Курс общей физики. Том I. Механика. Колебания и волны. Молекулярная физика, Издательство «Наука», главная редакция физико-математической литературы, М., 1970, стр. 512.
5. Ландсберг Г. С., Элементарный учебник физики, Том I. Механика. Теплота. Молекулярная физика. Издательство «Наука», главная редакция физико-математической литературы, М., 1975, стр. 656.

Նյութը ներկայացվել է 16.05.2023,
գրախոսման է ուղարկվել 15.06.2023,
տպագրության ընդունվել 22.06.2023:

Հոդվածը տպագրության է երաշխավորել խմբագրական
խորհրդի անդամ, ֆ.մ.գ.թ. Կ.Ս.Արամյանը: