

GAZ NÍZAMLARÍN GAZLÍ TERMOMETR JÁRDEMINDE ÚYRENIW

M.A.Jalelov – fizika-matematika ilimleriniń kandidatu

A.E.Otarbaev – assistent oqıtıwshı

Ájiniyaz atındaǵı Nókis mámleketlik pedagogikalıq institutu

I.J.Jaksimuratov – stajyor izleniwshı

Ózbekstan Ilimler Akademiyası yadro fizikası institutu

Tayanch so'zlar: gazlı termometr, Mobile CASSY lab, turg'un hajm, doimiy harorat, simob tomchisi, ortiqcha bosim, dastaklı vakuum nasosi.

Ключевые слова: газовый термометр, мобильный CASSY lab, постоянный объём, постоянная температура, капля ртути, избыточное давление, ручной вакуумный насос.

Key words: gas thermometer, Mobile CASSY lab, constant volume, constant temperature, mercury drop, overpressure, hand vacuum pump.

Ózbekstan Respublikası joqarı hám orta arnawlı bilimlendiriw ministrligi hám de Ózbekstan Respublikası Xalıq bilimlendiriw ministrligi óz qararlarında fizika pánlerine tiyisli laboratoriya jumıslarınıń sıpatın asırıwda mektep hám akademiyaqı lıcey fizika pání eksperimentiniń metodikası hám texnikasına ayırıqsha itibar beriwdi, metodikalıq jumıslardı kúsheytiwdi oqıwshı hám talabalarınń ámeliy bilim kónlikpelerin bayıtıwǵa járdem beriwshı metodikalıq kórsetpeler tayarlaw atap ótilgen [1].

Fizika iliminde teoriyalıq alǵan bilimlerde bekkemlewde laboratoriyalıq jumıslardıń ornı áhmiyetli. Sonlıqtan, laboratoriya jumıslardıń sapalı hám nátiyjeli alıp barılıwı, talabalarınń bilim sıpatınıń artıwına, fizika pánine degen qızıǵıwshılıǵın jáne de arttırıwǵa óz tásirin tiygizedi. Biz usınday laboratoriyalıq jumıslardıń biri ideal gaz nızamların gazlı termometr járdeminde úyreniwdi qarap ótemiz [2].

Dáslep gaz termometriniń dúzilisi hám jumıs islew funkciyaları menen tanısıp alamız.

Ólshew quralı sıpatında: Mobile CASSY lab járdeminde kompyuterden paydalanbastan tuwrıdan-tuwrı ólshewlerdi ámelge asıramız.

Mobile CASSY labta kernew, quwatlılıq, energiya hám temperaturanı ólshew tuwrıdan-tuwrı hesh qanday qıynshılıqsız ámelge asırıladı. Berilgen NiCr-Ni temperatura sensorı ushın 4 mm qawipsiz rozetkaları hám K túrindegi rozetkalar kiritilgen. Mobile CASSY lab barlıq sensorlarǵa tuwrı keledi hám 50 den ziyat sensorları bar. Máselen: ótkiziwsheńlik, basım, kúsh, sonday-aq hátte adam júrek soǵıwın ólshew imkaniyatına iye.



1-súwret. Sensorlardı avtomat túrde anıqlaw

Ólshewdi tez dizimge alıw: Sensorlardı avtomat túrde anıqlaw hám ólshew quralların avtomat túrde tańlaw sebepli talabalar tezirek óz ólshewlerin orınlawdı baslawı múmkin. LEYBOLD úlgilerin aldınnan belgilengen tájriybelerdı aldın ala júklewimiz yaki ózimiz sazlawımız múmkin.

Keyinala analiz etiw ushın ólshewlerdi saqlaw múmkin. Alınǵan ólshew mánisleri ornatılǵan micro-SD kartada saqlawǵa boladı. SD kartada saqlanatuǵın mánislerdi ápiwayı Mobile CASSY labtı kompyuterge jalǵap nusqa kóshiriw, sonday-aq maǵlıwmatlardı jazıp alıw hám USB diskke saqlaw kompyuterde keyingi analiz ushın da paydalanıwǵa imkaniyat beredi.

Sonıń menen birge, Mobile CASSY labta simsız internet baylanısı WiFi dı tańlaw imkaniyatı bar. Bul WiFi

tarmaǵındaǵı simsız kompyuter yaki planshetke jalǵanıwı múmkinligin ańlatadı. Bunnan tisqari, ol óziniń WiFi tarmaǵın ornatiwı múmkin. Bul bizge CASSY platforması arqalı planshette, kompyuterlerde tájiriye ótkeriw imkanın beredi.

Mobile CASSY lab kóshpeli hám auditoriyadan sırtta paydalanıw ushın qolaylı. Mobile CASSY lab qurılısı átirap-ortalıqtı ólshew ushın qosımsha sensorlar menen birgelikte aqıllı hám qawipsiz usılǵa alıp keledi. Bul sonı ańlatadı, talabalar suw aǵıslarınıń temperaturası, topıraqtıń temperaturasını, salıstırmalı ıǵallıq intensivligin anıqlawı múmkin. Bul talabalarda teoriyalıq bilimlerin tábiyatta tikkeley úyreniw imkanın beredi. Alınǵan ólshew nátiyjelerin tuwrıdan-tuwrı Mobile CASSY labtan oqıw hám keyinala analiz etiw ushın saqlawımız múmkin.

I. Turaqlı kólemde gaz basımınıń temperaturaǵa baylanıslılıǵı (sharl nızamı)

Ideal gaz halı úsh ólshenetuǵın shamalar: basım, temperatura, kólem arqalı tolıq ańlatıladı. Bul úsh shama arasındaǵı qatnas tiykarǵı gaz nızamı menen anıqlanadı.

$$PV = \nu RT \quad (1)$$

bul jerde P -basım, V -kólem, T -temperatura, ν -ideal gazdıń moldegi muǵdarı, R -universal gaz turaqlısı ($8,31 \text{ Dj/K} \cdot \text{mol}$). Eger shamalarınń biri-basım, kólem yamasa temperatura ózgermey qalsa, qalǵan eki shama bir-birinen gárezsiz halda ózgere almaydı. Máselen, turaqlı kólemde V ideal gaz halı ushın Amonton qatnasın tómendeǵı kóriniste ańlatıw múmkin:

$$P \sim T \quad (2)$$

Bul tájiriybende (2) qatnas gazlı termometr járdeminde anıqlanadı. Gazlı termometr shiyshe kapillyardan ibarat bolıp, onıń bir ushı ashıq. Hawanıń belgili muǵdarı kapillyar ishinde sinaptıń tamshısı menen tıǵız bekitiledi. Sırtqı P_0 basımda, kapillyar ishindeǵı kólem sáykes V_0 kólemge iye.



2-súwret. Laboratoriya jumıs quralınıń ulıwmalıq kórinisi

Xana temperaturasında dástekli (qol menen júrgiziletuǵın) nasoz járdeminde hawanı sorıp alıw, hawa qáddinde $P_0 + \Delta P$ basım payda bolıwına alıp kelip, bul jerde P_0 -sırtqı basım. Sinaptıń tamshısı da hawa qáddine basım beredi:

$$P_{Hg} = \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_{Hg} \quad (3)$$

bul jerde $\rho_{Hg}=13,6g/cm^3$ - sinaptıń tıǵızlıǵı; $g=9,81m/s^2$ - erkin túsiw tezleniwi; h_{Hg} -sinap tamshısının biyikligi.

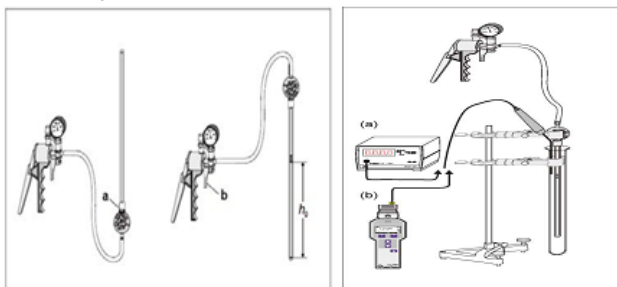
Gazlı termometrdegi hawa ústinindegi ulıwma basım tómendegishe anıqlanadı:

$$P = P_0 + \Delta P + P_{Hg} \quad (4)$$

Termometr temperaturası $90^\circ C$ jaqın bolǵan suwǵa salınadı hám bul sistema áste aqırın suwıtıladı. Gazlı termometrden dástekli vakuum nasozı arqalı hawanı sorıp alıw arqalı, suwıtıw waqtında hawanın kólemi turaqlı saqlanadı.

Sınap tamshıların jıynaw ushın: Dástekli vakuum nasoz gazlı termometrge jalǵanadı hám termometrdi sonday uslap turıladı, onıń ashıq ushı tómén qarap baǵıtlangan boladı (3-4-súwretlerge qarań). Dástekli vakuum nasozı járdeminde maksimal artıqsha basım ΔP júzege keltiriledi hám sinap tamshısı dóńes jerge (a) toplanadı. Dástekli vakuum nasozınıń manometri artıqsha basımdı ΔP teris mánisinde kórsetedi. Eger de ele de sinap tamshıları kapillyarda qalsa, kapillyardı áste túrtkilep, olar dóńes jerge (a) jılıjıtıladı.

3-súwret. Sınap tamshıların jıynaw hám dáslepki gaz kólemi V_0 ornatiw.



3-súwret. Sınap tamshıların jıynaw hám dáslepki gaz kólemi V_0 ornatiw. 4-súwret. Tájiriye qurılmasınń sxeması

Gazdıń V_0 kólemin ornatiwda gazlı termometrden paydalanıw ushın onı issıń haldan áste burap, sinap kapillyardıń kiriw tesigine keltiriledi. Dástekli vakuum nasozınıń ventilyaciya klapanın áste ashıp artıqsha ΔP basımdı 0 ge shekem kemeytirilip, sinap tamshısı áste jumalasın. Gazlı termometr menen úlken trubka shtativke ornatiwı.

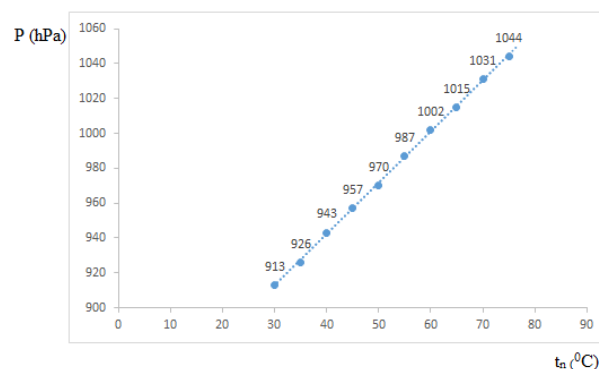
Gazlı termometrge parallel qılıp temperatura datchigin NiCr-Ni úlken probirkaga kiritilip, Mobile CASSY ge jalǵanadı. Mobile CASSY úskenesinde jumıs islew, bir waqtıń ózinde eki parametrdi yaǵnıy basım hám kólemdi baqlawǵa hám de anıq mánislerge iye bolıw imkanın beredi. Gazlı termometr menen isleskende tiykarınan termometrdiń sınırına jol qoyılmawı kerek. Gazlı termometrde sinap bolǵanlıqtan onıń menen islesiwde júdá itibarlı bolıw talap etiledi.

Laboratoriyalıq jumıstı orınlaw tártibi:

- Shiyshe ıdistaǵı 400 ml kólemli suwdı elektro qızdıǵısh járdeminde $90^\circ C$ ǵa qızdıramız.
- Issı suwdı ıqtıyatlılıq penen shiyshe ıdısqa quyladı.
- Temperatura artıwın baqlap hám temperatura páseye baslaǵan waqt kiritiledi.
- Sınap ústini biyikligi h_0 anıqlanadı. Bul h_0 mánis sinap ústini menen bekitilgen hawa V_0 kólemdi kórsetedi. Probirkadaǵı suw suwıwı dawamında, áste aqırın tómendegi jumıslar ámelge asırıladı:
- Dástekli vakuum nasozı menen artıqsha ΔP basım beriw arqalı dáslepki biyiklikke h_0 erisiledi (yaǵnıy turaqlı V_0 kólemde ólshew sharayatın támiynlew ushın, suwıw procesi waqtında kólemniń kemeyiwı kompensaciya qılınadı).
- Temperatura T hám artıqsha basım ΔP jazıp barıladı.
- Alınǵan nátiyjeler tómendegi kestege jazıp barıladı (1-keste).

Nó	$t_n(^{\circ}C)$	$T_n(K)$	$\Delta P(hPa)$	$P_n(hPa)$	$P_n/T_n (Pa/K)$
1	75	348	- 0	1044	$2,991 \cdot 10^{-8}$
2	70	343	-14	1031	$2,976 \cdot 10^{-8}$
3	65	338	-30	1015	$3,002 \cdot 10^{-8}$
4	60	333	-43	1002	$3,0090 \cdot 10^{-8}$
5	55	328	-58	987	$3,0091 \cdot 10^{-8}$
6	50	323	-75	970	$3,003 \cdot 10^{-8}$
7	45	318	-88	957	$3,0094 \cdot 10^{-8}$
8	40	313	-102	943	$3,012 \cdot 10^{-8}$
9	35	308	-119	926	$3,006 \cdot 10^{-8}$
10	30	303	-132	913	$3,013 \cdot 10^{-8}$

Bul keste de alınǵan nátiyjeler keltirilgen bolıp, bunda alınǵan mánislerdi (4) formuladan paydalanıp esaplap shıǵıladı. Bul nátiyjelerden basımniń temperaturaǵa tuwra proporcionallıǵın kóriwge boladı (5-súwret).



5-súwret. Mobile Cassy lab ekranında 1-keste tiykarında payda bolǵan grafigi.

II. Turaqlı temperaturada gaz basımniń kólemge baylanıshlıǵı (Boyl-Mariott nızamı).

Bul jumısta aldındı jumıs sıyaqlı gazlı termometr járdeminde úyreniledi. Bizge belgili temperatura turaqlı qalsa, qalǵan eki shamanı bir-birinen ǵárezsiz halda ózertip bolmaydı. Máselen, turaqlı temperaturada Boyl-Mariott nızamı orınlanadı:

$$PV = const \quad (5)$$

Gazlı termometrdegi hawa ústininiń ulıwma basımı, V kólem hawa ústininiń h biyikligi menen kapillyar S keskesiminiń maydanı arqalı tómendegi formuladan esaplanadı:

$$V = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot h \quad (6)$$

bul jerde $d=2,7mm$ kapillyardıń ishki diametri, gaz V_0 kólemin ornatiw aldındı jumısta ayılıp ótilgenindey tártipte ámelge asırıladı. Sırtqı basım P_0 tájiriye ótkeriwde barometr járdeminde anıqlanadı. Sınap ústininiń biyikligi $h_{Hg}=11mm$ sinap tamshısının hawa ústinine beretuǵın basımı (3) formula járdeminde anıqlanadı. Gazlı termometrdegi hawa ústininiń ulıwma basımı (4) formula járdeminde anıqlanadı.

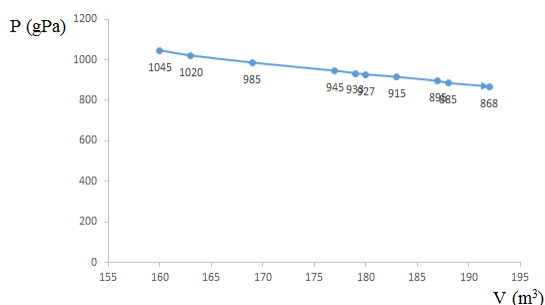
Jumıstı orınlaw tártibi:

- Aldındı jumıstaǵı usıldaǵı sıyaqlı sinap tamshısı jıynap alınadı.
- Sırtqı basım P_0 anıqlanadı.
- Gazlı termometrdiń shkalası boyınsha sinap ústininiń biyikligi h_{Hg} jazıp alınadı.
- Vakuum nasozı járdeminde artıqsha basım ΔP júzege keltiriledi hám ol qádembe-qádem áste-aqırın asırılıp barıladı.
- Hár sapar hawa ústininiń biyikligi h , ΔP menen birgelikte 2-kestege jazıp barıladı.

№	ΔP (Pa)	P(hPa)	h_n (sm)	V_n (m ³)	$P_n V_n$ (Pa · m ³)
1	0	1045	28	$160,16 \cdot 10^{-8}$	$16736720 \cdot 10^{-8}$
2	-25	1020	28,6	$163,592 \cdot 10^{-8}$	$16686384 \cdot 10^{-8}$
3	-60	985	29,6	$169,312 \cdot 10^{-8}$	$16677232 \cdot 10^{-8}$
4	-100	945	31	$177,32 \cdot 10^{-8}$	$16756740 \cdot 10^{-8}$
5	-112	933	31,3	$179,036 \cdot 10^{-8}$	$16704058 \cdot 10^{-8}$
6	-118	927	31,6	$180,752 \cdot 10^{-8}$	$16755710 \cdot 10^{-8}$
7	-130	915	32	$183,04 \cdot 10^{-8}$	$16748160 \cdot 10^{-8}$
8	-15	895	32,7	$187,044 \cdot 10^{-8}$	$16740438 \cdot 10^{-8}$
9	-160	885	33	$188,76 \cdot 10^{-8}$	$16705260 \cdot 10^{-8}$
10	-177	868	33,7	$192,764 \cdot 10^{-8}$	$16731915 \cdot 10^{-8}$

2-keste. Hawa basımınıń (ólshengen ΔP mánisleri boyınsha) kólemge (h mánisleri boyınsha esaplangan) baylanıslılıǵı mánisleri.

Bul alınǵan mánislerden paydalanıp, (4) hám (6) formulalar arqalı kólem hám basımınıń sáykes mánisleri esaplap shıǵıladı. Tájiriye biler bizge sonı kórsetedi, turaqlı kólemde gaz basımı temperaturaǵa tuwra proporcional tárizde ózgeredi, yaǵnıy Sharl nızamınıń dúrlılıǵın tekserip kóriw múmkinshiligin beredi, sonday-aq turaqlı temperaturaǵa ideal gazdıń basımı hám kólemi bir-birine salıstırǵanda keri proporcional ekenin kórsetedi. Turaqlı temperaturaǵa ideal gaz basımınıń kólemge kóbeymesi turaqlı boladı. Tájiriye bilerden alınǵan nátiyjelerge qaray otırıp, biz gazlı termometrde ideal gaz nızamların úyreniw arqalı anıq nátiyjelerge hám kórsetkishlerge iye bolamız (6-súwret).



6-súwret. Mobile Cassy lab ekranında 2-keste tiykarında payda bolǵan grafik.

Gazlı termomert járdeminde ideal gaz nızamların úyreniwdiń áhmiyeti sonda, onıń basqa usıllarǵa salıstırǵanda, jumıstı alıp barıwda qolaylılıǵı, ápiwayılılıǵı, yaǵnıy talabalardıń jeke halda jumıs alıp barıwına qolaylılıǵı, alınatuǵın nátiyjelerdiń anıqlıq dárejesiniń joqarı bolıwı, sistemalı qáteliklerdiń salıstırmalı kemliginen ibarat. Bunday laboratoriyalıq jumıslar studentler bilimin bekkemlewge, olardıń ilimge degen qızıǵıwshılıǵın arttırıwǵa, jeke izleniwshenlikke jeteleydi, sonday-aq talabalar keleshektegi pedagogikalıq jumıslarında, akademiyalıq licey yamasa mekteplerde laboratoriya jumısların ótkeriwde hám jańa laboratoriyalıq jumıslardı islewde birqansha múmkinshiliklerge iye boladı [3].

Ádebiyatlar

1. Toshxonova J.A., Ólmasova M.H., Ismoilov J., Rzayev T., Maxmudova X.M. «Fizikadan praktikum» Mexanika va molekulyar fizika. -T.: Ózbekiston faylasufları milliy jamiyati nashriyoti. 2006.
2. Turdanov K., Jalelov M.A., Uteniyazova A.B. Laboratoriyalıq jumıslar “Molekulyar fizika” metodikalıq qollanba. –Nókis: 2019.
3. www.ld-didactic.de

REZYUME

Ushbu maqolada ideal gaz qonunlarini o'rganish usullari muhokama qilinadi. Gazli termometr yordamida Sharl va Boyle-Mariott qonunlarini o'rganishning ahamiyati va ulardan kutiladigan natijalar yoritilib berilgan.

РЕЗЮМЕ

В статье обсуждаются методы изучения законов идеального газа. Подчеркнута важность изучения законов Чарльза и Бойля-Мариотта с использованием газового термометра и ожидаемых результатов.

SUMMARY

This article the discusses the methods for studying ideal gas laws. Emphasizing the importance of studying the laws of Charles and Boyle-Marietta using a gas thermometer and the expected results.

AN INFLUENCE OF UNIAXIAL STRAIN (PRESSURE) ON THE TEMPERATURE OF THE BOSE-EINSTEIN CONDENSATION OF INTERSITE BIPOLARONS: POSSIBLE IMPLEMENTATION FOR $RBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ CUPRATES

A.S.Jalekeshov – PhD student

B.Ya.Yavidov – Doctor of Physical and Mathematical Sciences
Nukus state pedagogical institute named after Ajiniyaz

Tayanch so'zlar: bipolaron, kuchlanish (bosim), Boze-Eynshteyn kondensatsiyasi, kupratlar.

Ключевые слова: биполярон, напряжение (давление), Бозе-Эйнштейновская конденсация, купраты.

Key words: bipolaron, strain (pressure), Bose-Einstein condensation, cuprates.

1. Introduction

The extended Holstein model (EHM) was introduced in Ref [1], primarily for the explanation of smallness of charge carrier's mass in the cuprates. Quite recently, one of us (B.Ya.Ya.) extended an application of the EHM to La-

based cuprate films under pressure (strained films) [2]. Namely, in that work, a unified approach for studying the influence of pressure (stress or strain) on the temperature of Bose-Einstein condensation of intersite bipolarons was pro-