

Б.А.Абдикамалов, Ж.О.Акимова

***ФИЗИКА КУРСЫНЫҢ МОЛЕКУЛАЛЫҚ
ФИЗИКА БӨЛИМИНЕН ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ
ЖУМЫСЛАР***

*Жоқары оқыу орынларының физика хәм басқа тәбийий пәнлер
қәнигелиги студентлери ушын лаборатория жумысларын
орынлау бойынша методикалық қолланба*

Интернеттеги адреси: www.abdikamalov.narod.ru

НӨКИС – 2007

Бул оқыу қолланбасында физика курсының молекулалық физика бөлімі бойынша лаборатория жұмыстарының орынланыу тәртібі баянланған.

Колланбада молекулалық физика бөлімінен лабораториялық жұмыстарды орындау үшін жұмыстың теориясы, орынланыу тәртібі, есеп беріуіге керекті болған кестелерді толтырыу жоллары, жұмысқа керекті сұреттер көрсетілген. Олар молекулалық физикаға тийісілі құбылыстарды тереңірек үйреніуіге жәрдем береді.

Оқыу қолланбасы физика курсының молекулалық физика бөлімін үйреніуші жоқары оқыу орындарының физика хәм басқа тәбійғый пәнлер бағдарындағы бакалаврлары үшін арналған.

М А З М У Н Ы

Кирисиў.	4
1-санлы лабораториялық жұмыс. Басымның жыллылық коэффициентин газлы термометр жәрдемінде анықлаў.	5
2-санлы лабораториялық жұмыс: Суйықлықтың бет керийў коэффициентин тамшының үзилиў методы бойынша анықлаў.	7
3-санлы лабораториялық жұмыс: Суйықлықтың бет керийў коэффициентин сақыйнаның суйықлық бетинен үзилиў методы жәрдемінде анықлаў.	10
4-санлы лабораториялық жұмыс: Электрокалориметр жәрдемінде суйықлықтың салыстырмалы жыллылық сыйымлылығын анықлаў.	12
5-санлы лабораториялық жұмыс: Суйықлықтың ишки сүйкелис коэффициентин Стокс методы менен анықлаў.	15
6-санлы лабораториялық жұмыс: Хаўаның ығаллығын психрометр жәрдемінде анықлаў.	19
7-санлы лабораториялық жұмыс: Суўдын пуўланыўының жасырын жыллылығын анықлаў.	22
8-санлы лабораториялық жұмыс: Хаўаның салыстырмалы жыллылық сыйымлылықларының қатнасын анықлаў.	25
9-санлы лабораториялық жұмыс: Газлардың салыстырмалы жыллылық сыйымлылықларының қатнасын турғын сес толқыны усылы жәрдемінде анықлаў.	29
10-санлы лабораториялық жұмыс: Қатты денениң сызықлы кеңейиўи коэффициентин анықлаў.	34
11-санлы лабораториялық жұмыс: Муздың ериў жыллылығын анықлаў.	37
Пайдаланылған әдебиятлар.	40

Кирисиў

Физиканы үйрениўде тәжрийбе тийкарғы орын тутады. Физикалық ыызамлар тәжрийбеде анықланады хәм тәжрийбе арқалы тексериледи. Студентлер физика лабораториясында тийкарғы физикалық кубылысларды тереңирек үйренеди хәм оларды талқылаў менен танысады.

Улыўма физика курсынан лабораториялық жумыс өткизиўде төмендегилерге дыққат аўдарыў керек:

1) Студентлер тийкарғы физикалық ыызамлар менен кубылыслардың физикалық мәнисин терең өзлестириўи;

2) Тәжрийбе усылын дурыс таңлаў, физикалық шамалар мәнислерин өлшеўде хәм оларды формулалар жәрдеминде тексериўди үйрениўи;

3) Әсбап-үскенелер хәм физикалық өлшеў нәтийжелерин талқылап, математикалық жол менен ислеп шығыў усылларын үйрениўи.

Хәр бир лабораториялық жумысты орынлаў ушын керекли әсбаплардың атлары, жумыстың орынланыў тәртиби хәм студент өзин тексерип көриў ушын сынақ сораўлары келтирилген.

Оқыў қолланбасында молекулалық физика бөлимине тийисли 11 лабораториялық жумыслар киргизилген. Жумысларды орынлаў ушын жумыстың теориясы, орынланыў тәртиби, есап бериўге керекли болған кестелерди толтырыў жоллары, жумысқа керекли сүўретлер көрсетилген. Олар молекулалық физикаға тийисли кубылысларды терең үйрениўге жәрдем береди.

Қолланба жоқары оқыў орынларының физика хәм басқа да тәбийий пәнлер кәнигелиги студентлерине арналған.

1-санлы лабораториялық жұмыс

Басымның жыллылық коэффициентін газлы термометр жәрдеминде анықлау

Теориялық көрсетпелер. Идеал газды тұрақты көлемде қыздырсақ оның басымының температураға қатнасы тұрақты шама болады. Газлы термометрдің іслеу тәртібі ұсыған тийкарланған. Идеал газ үшін анық орынланатуғын бұл қасиет үлкен әхмийетке ийе. Себеби хәзирги ұақыттағы термометрлердің барлығына усы газлы термометрге салыстыра отырып градуировкаланады. Басымның жыллылық коэффициенті α_p - тұрақты көлемде идеал газ температурасын 1 градусқа өзгерткенде оның басымының өзгерисиниң дәслепки басымына (0°C дағы ямаса $T_0 = 273\text{ K}$) қатнасы менен өлшенетуғын шамаға айтылады. Оның шамасын идеал газдың хал теңлемесинен пайдаланып табыуға болады.

Егер идеал газды тұрақты көлемде (изохоралық процесс) T_0 температурадан T_1 хәм T_2 температураларға қыздырғанда басым сәйкес түрде p_0 дан p_1 хәм p_2 ге өзгеретуғын болса, онда олар арасындағы байланыс төмендегише болады:

$$p_0 V = \frac{M}{\mu} R T_0. \quad (1)$$

$$p_1 V = \frac{M}{\mu} R T_1, \quad (2)$$

$$p_2 V = \frac{M}{\mu} R T_2. \quad (3)$$

(3) теңликтен (2) ни алсақ $(p_2 - p_1)V = \frac{M}{\mu} R(T_2 - T_1)$ хәм $\frac{p_2 - p_1}{T_2 - T_1} = \frac{MR}{\mu V}$ екенлиги келип шығады. Бұл теңлемени (1) ден пайдалана отырып төмендегини жазыуға болады:

$$\frac{p_2 - p_1}{T_2 - T_1} = \frac{p_0}{T_0}. \quad (4)$$

Бұл теңлемеден анықламаға мууапық:

$$\alpha_v = \frac{1}{T_0} = \frac{p_2 - p_1}{p_0(T_2 - T_1)} \quad (5)$$

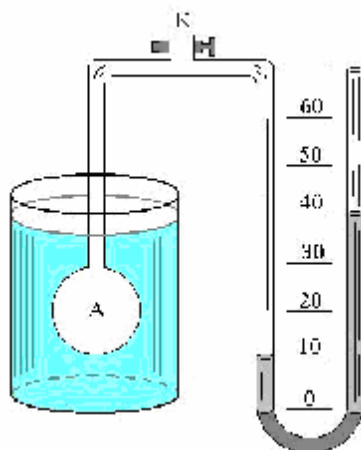
екенлиги келип шығады.

Басымның термикалық коэффициентін анықлау үшін T_1 хәм T_2 температураларға сәйкес келетуғын басымлар айырмасын ($\Delta p = p_2 - p_1$) өлшеп алсақ жеткиликли. Бұл газлы термометр жәрдеминде әмелге асырылады.

Жұмысты орышлау тәртіби

Газлы термометр сүүретте көрсетилген сынаплы манометрдің шеп ийнине А баллоны тутастырылған хәм К краны менен тәмийинленген. К кранды ашып хәм жаба отырып А баллонды хәм манометрдің шеп ийнин бөлмедеги хауа менен тутастырууға хәм ажыратыуға болады.

Жумыс төмендеги тәртип пенен орынланады: К кранды ашып А баллонды бөлме температурасындағы хаўа менен толтырамыз хэм температураны T_1 деп аламыз. Онда манометрдин ийниндеги басымлар атмосфера басымына тең болып еки жақтағы сынаптың қәдилери бирдей болады. Буны h_0 деп белгилеймиз. Кейин К кранды жаўып А баллонды температурасы бөлме T_1 температурасынан 15 – 20 градусқа жоқары болса, T_2 температуралы суўға батырамыз. Ыдыстағы суўды жақсылап араластырып оның температурасы T_2 термометр жәрдеминде анықланады.



А баллондағы газдың температурасының жоқарылаўы нәтийжесинде оның басымы артады хэм манометрдин шеп ийниндеги сынаптың қәдди төменлеп, ал оң ийниндеги көтериледи. Процесс даўамында газдың көлеми өзгериўи керек, яғный шеп ийниндеги қәдини дәслепки h_2 де услаўымыз керек. Буны манометрдин оң ийнин пухталық пенен жоқары көтере отырып әмелге асырамыз. Сынап қәдилериниң өзгериўи тоқтағаннан кейин манометрдин оң ийниндеги сынаптың қәддин h_2 деп белгилеп аламыз. Ал $h_2 - h_1$ айырма хаўаның температурасы T_1 ден T_2 ге артқан жағдайдағы оның басымының артыўын сыпатлайды. Тығызлығы ρ болған суйықлық бағанасының бийиклигиниң, оның ултанына жасайтуғын басымы

$$p = \rho gh$$

теңликтен анықланатуғынын еске ала отырып (5) ти:

$$\alpha_p = \frac{\rho g(h_2 - h_1)}{\rho g Sh(T_2 - T_1)} = \frac{h_2 - h_1}{h_1 T_2 - h_2 T_1} \quad (6)$$

деп жазыўымызға болады. Бундағы h_0 диң шамасы 0°C ға тең, яғный $T = 273 \text{ K}$ ге сәйкес келетуғын сынап бағанасының бийиклиги хэм $h_2 = 760 \text{ мм}$ деп есаплаўға болады. $h_2 - h_1$ айырманы миллиметрлерде аңлата отырып (6) дан α_p ны анықлаўға болады.

Ескертиў: T температурадағы сынап қәдилериниң айырмасын өлшеп алғаннан кейин манометрдин оң ийнин төмен түсирип А баллонды суўдан шығарыў керек. Себеби манометрдин оң ийнин көтерилген халда баллонды суўдан шығарсақ хаўаның T_1 температураға суўыўы нәтийжесинде басым кемеийип баллонға түсиўи мүмкин.

Тәжирийбе 5 рет жүргизилип, олардың нәтийжелери төмендеги кестеге жазылады:

№	T_1	T_2	Δh	$\Delta \alpha_p$	$\Delta \alpha_p / \alpha_p$	%
1						
2						
3						
4						
5						

Жұмысты орындау және тапсыру үшін сұрақтар

1. $\Delta \alpha_p$ ны анықлау қандай физикалық процеске тийкарланған?
2. $\Delta \alpha_p$ деп қандай шамаға айтамыз?
3. Егер А баллонды көлемі екі есе үлкен басқа баллон менен тутастырсақ, тәжірибеде анықланған α_p ның шамасы өзгердiме? Түсiндириңiз.
4. А баллонды T_2 температуралы суға салғанымызда баллонның өзи жыллылықтан кеңейуі мүмкин. Буның α_p ның мәнісiне тәсiри барма?
5. Егер нормал атмосфера басымы 760 мм бийикликке ийе болған сынап бағанасының басымына тең болса, усындай басымды алыу үшін суудың бийиклиги қандай болуы керек?

2-санлы лабораториялық жұмыс

Сұйықтың бет керіу коэффициентін тамшының үзіліуі усылы бойынша анықлау

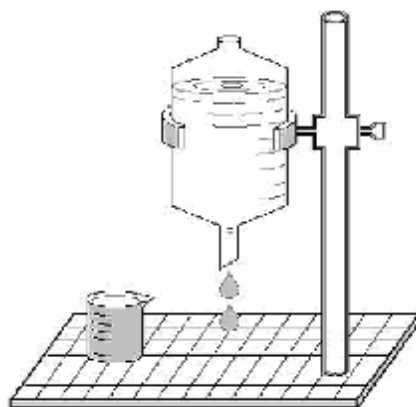
Керекли әсбаптар: жиңишке түтикше (кран менен тәмийинленген), ишинде сұйықтығы бар ыдыс, стакан, майда гирлик таслары бар тәрези.

Бет керіу күши сұйықтық молекулаларының өз-ара тартылысыуы нәтижесинде пайда болады. Сонлықтан бет керіу күши сұйықтықтың бетин қәлеген ерикли сызық бойынша екиге ажырату үшін керек болған күш. Бул күштиң шамасы, сұйықтықтың бетине жүргизилген ерикли сызықтың узынлығына пропорционал яғный $F \sim l$. Буннан теңлик белгисине өтсек

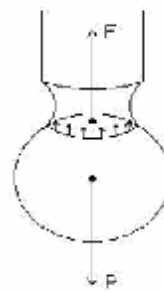
$$F = \alpha l \quad (1)$$

формуласын аламыз. Бунда α пропорционаллық коэффициенти бет керіу коэффициенти деп аталады және сан жағынан сұйықтықтың бетиндеги бирлик узынлыкқа сәйкес келетуғын күш пенен анықланады. Сұйықтықтың бет керіу коэффициентин сұйықтық тамшысының жиңишке түтикшеден үзилип түсиу тәжірибесинен анықлауға болады.

Мейли тамшы жиңишке түтикшеден үзилип түседи дейик (1-сүүрет). Түтикше усындағы тамшыға еки күш тәсир етеди. бириншиси тамшының узилиу майданының периметри бойынша жоқары қарай бағытланған бет керіу күши және екиншиси Төмен қарай бағытланған тамшының салмақ күши.



1-сүрөт



2-сүрөт

Егер биз шийше түтикше аркалы (2-сүрөт) суйыктыктын тамшылауына мумкиншилик берсек онда тамшы салмагы P оны услап туруушы бет керий күши F ке тең ямаса буннан көп болганда ғана тамшы түтикшеден үзилип түседі. Демек тамшы үзилиуи ушын $P \geq F$ шәрти орынланыуы керек егер тамшынын үзилиуі моментиндеги мойнының радиусын r десек, онда оның мойнының периметри

$$l = 2\pi r$$

болады. Буны (1) формулаға қойып хәм жоқарыдағы шәртке мууапық

$$p = F = \alpha * 2\pi r$$

деп жазыуға болады. Буннан суйыктыктын бет керий коэффициенти

$$\alpha = p / 2\pi r. \quad (2)$$

Бундағы тамшының салмагы P ны тажирийбеде аңсат анықлауға болады. Бираз тамшының үзилиуі моментиндеги мойнының радиусын анықлау қыйын. Сонлыктан суйыктыктын бет керий коэффициенти α_x ты анықлау ушын бет керий коэффициенти α_0 белгили болған екінши бир суйыктыктан пайдаланылады. Биз қарап атырған суйыктык ушын (2) ны төмендегише жазамыз.

$$\alpha_x = p_x / 2\pi r, \quad (3)$$

ал белгили суйыктык ушын (2) ни

$$\alpha_0 = p_0 / 2\pi r \quad (4)$$

деп жазамыз. Онда (3) хәм (4) лерден пайдаланып

$$\alpha_x = (p_x / p_0) \alpha_0 \quad (5)$$

түринде жазамыз.

Жумыстың ислениў тәртиби

2-сүүретте көрсетилгендей өз-ара бирдей еки пробирка алынады. Булардың биреўине бет керийү коэффициенти белгили суў қуйылады, ал екиншисине изертленетугын суйықлық (глицерин) қуйылады. Таза хәм кептирилген еки ыдыс (стакан) алынады хәм олардың салмақлары тәрзиде өлшенеди.

Айтайық ыдыслардың салмақлары сәйкес p_1 хәм p_2 болсын. Кейин пробирка кранын әстелик пенен аша отырып биринши ыдысқа 100-150 тамшы суў ал екиншисине усундай глицерин тамызылады. Бул ишинде суйықлығы бар ыдысларды тағы да тәрзиде өлшеймиз. Бул өлшенген салмақлар p_1' хәм p_2' болсын. Онда $p_1' - p_1 = \Delta p_1$ хәм $p_2' - p_2 = \Delta p_2$ айырмалар биринши хәм екинши ыдыслардағы суўдың хәм глицериннің салмағын көрсетеди. Егер суў тамшыларының саны n_1 хәм глицериндики n_2 болса, олардың хәр бир тамшысының салмағы:

$$p_c = \Delta p_1/n_1, \quad p_c = \Delta p_2/n_2 \quad (6)$$

түринде жазылады. Бул жағдайда белгисиз суйықлық глицериннің бет керийү коэффициенти (5) ке муўапық төмендегидей болады:

$$\alpha_r = (p_r / p_c) \alpha_c. \quad (7)$$

Бунда p_r хәм p_c сәйкес суў хәм глицериннің бир тамшысының салмағы, ал α_c суўдың бөлме температурадағы бет керийү коэффициенти. Оның мәниси кестеден алынады хәм 72 Дина/см. демек (7) формуладан глицериннің бет керийү коэффициентин анықлаўға болады. Әдетте суйықлықтың бет керийү коэффициенти температураға байланысly. Сонлықтан тәжирийбе қандай температурада өткерилсе сол температура жазылған.

Тәжирийбени 5 рет қайталап, нәтийжелери мына кестеге жазылады:

№	p_r	p_c	α_c	α_r	$\Delta \alpha_r$	$(\alpha_r)_{орт}$	$(\Delta \alpha / \alpha)_{орт}$
1							
2							
3							
4							
5							
Орт.							

Жумысты орынлаў хәм тапсырыў ушын сораўлар

1. Жумыстың ислениў тәртиби.
2. Суйықлықтың бет керийү күши қалай пайда болады хәм бағыты қандай?
3. Бет керийү коэффициенти дегенимиз не хәм өлшем бирлиги қандай?
4. Глицериннің бет керийү коэффициенти белгили таза суўды алдық (7) ге муўапық P_r/P_c қатнас 2 ге тең болса, α_r ниң шамасы α_c дан 2 есе үлкен болатуғыны көринип тур. Не ушын сондай?
5. Егер суйықлықты жабық ыдысқа қуйып оның үстиндеги пуўының тығызлығын арттырсақ, оның бет керийү коэффициенти өзгереме?

3-санлы лабораториялық жұмыс

Сұйықтың бет керіу коэффициентін сақынаның сұйықтық бетінен үздіксіз методы жәрдеминде анықтау

Керекті аспаптар:

1. Динамометр
2. Штангенциркуль
3. Металдан исленген айна
4. Изертленетұғын сұйықтық куйылған ыдыс.

Теориялық көрсетпелер. Бет керіу күші сұйықтық молекулаларының өз-ара тартысуы нәтижесінде пайда болды. Бул күштің тәсірінде сұйықтың бети қысылған ахалда болады. Бұған түсініу үшін сұйықтың ишінде жайласқан хәм оның бетінде жайласқан молекулаларды қарайық (сүүретке қараңыз). Молекуласы тек ғана сұйықтық молекулалары менен тәсірлесетуғын болғанлықтан барлық бағыттағы тәсір етіуші күшлер өз-ара тең. Онда молекулаға тәсір етіуші күшлердің қосындысы яғнай күшлердің тең тәсір етіушісі нольге тең болады.

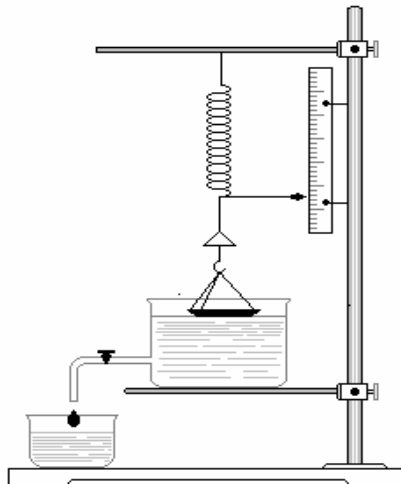
Ал сұйықтық бетінде жайласқан молекулаға, бириншіден сұйықтық молекулалары тәсір жасайтуғын болса, екіншіден сұйықтық үстіндегі газ (сұйықтық пуының) молекулалары тәсір жасайды. Газ молекулалары сийрек болғанлықтан молекулаға жоқары қарай тәсір етип атырған күшке салыстырғанда төмен (сұйықтық ишине) қарай тәсір етип атырған күш көп болады. Нәтижеде сұйықтық бетіндегі молекулаларға ишке қарай бағытланған жуумақлаушы күш тәсір жасайды. Сұйықтық өзіннің бетінің майданын кишрейтіуге хәрекет етеди. Бунның салдарынан сұйықтықтың бети, хауа н хауа шарының бети сыяқлы көтерілген халда болады.

Сұйықтық бетінде жайласқан молекулаларға жуумақлаушы күш тәсір ететуғын болғанлықтан сұйықтық ишіндегі молекулаларға салыстырғанда артықша энергияға ийе болады. Бул энергияға беттің еркин энергиясы ямаса еркин энергия деп аталады.

Сұйықтықтың бирлік бетіне (1 м^2 қа) сәйкес келетуғын еркин энергияға бет керіу коэффициенті деп атайды хәм

$$\alpha = \frac{W}{S} \quad (1)$$

түрінде анықланады. Бундағы W еркин энергия, ал S сұйықтық бетінің майданы. Бул жағдайда бет керіу коэффициенті Дж/м^2 бирлікте өлшенеди.



1-сүүрет

Екиншиден суйықлықтың бет керіуі коэффициенті суйықлықтың бетінде ойымызша жүргизілген қәлеген сызықтың бирлік узынлығына тәсир етиуіши бет керіуі күши менен характерленеди (Суйықлықтың бет керіуі коэффициентин тамшының үзилиуі методы бойынша анықлау деген жұмыстың тәриплемесине қараңыз) хәм төмендеги теңликтен анықланады

$$\alpha = \frac{F}{L}. \quad (2)$$

Бул жағдайда бет керіуі коэффициенті Н/м бирликте өлшенеди. Бет керіуі коэффициенті суйықлықтың түрине, оның тазалығына хәм температурасына байланысly болады.

Суйықлықтың беткеріуі коэффициентин хәр қыйлы жоллар менен анықлауға болады.

Биз бул жұмыста бет керіуі коэффициентин анықлау үшін металлдан исленген сақыйнаның суйықлық бетинен үзилиуі методынан пайдаланамыз.

Жұмыстың тийкарғы мазмуны, металлдан исленген жуқа сақыйнаны суйықлық бетинен үзиуі үшін керек болған күшти өлшеуден ибарат.

Тәжирийбени өткеріуі сүүретте көрсетилген. Ол пружиналы динамометрдің ушына илдирилген алюминийден исленген сақыйнадан ибарат. Егер биз сақыйнаның төменги бетин суйықлық бетине тийгизсек, сақыйна суйықлық бетине жабысқандай болады. Ал сақыйнаны беттен үзип алыуі үшін қандайда F күши жумсалады. Сақыйна суйықлық бетинен үзилгенде диаметрлери d_1 хәм d_2 болған еки шеңбер сызығы бойынша узиледи. Бундағы d_1 хәм d_2 сақыйнаның ишки хәм сыртқы диаметрлери болып табылады. Онда улыуіма үзилиуі сызығының узынлығы

$$L = \pi d_1 + \pi d_2. \quad (3)$$

Егер сақыйнаның қалыңлығы h деп белгилеп алсақ онда $d_1 = d_2 - 2h$ деп жазыуға болады. Буны (3) теңликке қойып

$$L = 2\pi(d_2 - h) \quad (4)$$

екенлигин табамыз. Бизиң жағдайымыз үшін (2) формула төмендегидей түрде жазылады:

$$\alpha = \frac{F}{L}. \quad (5)$$

(4) теңликтен пайдаланып суйықлықтың бет керіуі коэффициентин есаплау формуласы төмендегише жазылады.

$$\alpha = \frac{F}{2\pi(d_2 - h)}. \quad (6)$$

Жұмыстың ислениуі тәртиби

Таза хәм құрғақ сақыйнаны өз еркине қойып динамометр стрелкасының көрсетиуін жазып аламыз. Бул сақыйнаның өзиниң салмақ күши болады. Айтайық бул F_1 болсын дейик. Кейин сууы бар ыдысты жоқары көтере отырып сақыйнаның ултанын суйықлық бетине толық тийгиземиз. Кейин ыдыстың кранын әстелик пенен ашып суйықлықты екинши бир стаканға әстелик пенен ағыза баслаймыз хәм усының менен бир ўақытта динамометр стрелкасының төмен қарай жылысыуын дыққат пенен бақлап отырамыз.

Ыдыстағы сұйықтық бетінен үзіледі. Усы үзіліс моментіне сәйкес келетінін динамометр стрелкасының көрсетілуін жазып аламыз. Айтайық бұл F_2 болсын дейік. Онда сақынаны сұйықтық бетінен үзіу үшін керек болған күші

$$F = F_2 - F_1$$

теңлігінен анықланады. Бұл күшті (6) формулаға қоя отырып α ны анықлаймыз. Бұндағы d_2 хәм h штангенциркуль жәрдеминде өлшеніп алынады. Тәжірийбе 5 рет өткеріледі. Алынған нәтижелер төмендегі кестеге жазылсын.

№	d_2 , метр	h , метр	F, Ньютон	α , Н/м	$\Delta\alpha$, Н/м	$\frac{\Delta\alpha}{\alpha_{op}} \cdot 100\%$
1						
2						
3						
4						
5						
Орташа						

Жұмысты іслеу хәм тапсырыу үшін сораулар

1. Жұмыстың іслениу тәртіби қандай?
2. Сұйықтық бет керіу күшінің физикалық мәнісін түсіндириң.
3. Сұйықтықтың беті не үшін еркін энергияға ийе?
4. Сұйықтықтың бет керіу коэффициенті дегеніміз не хәм оның өлшем бірліктері қандай?
5. Не үшін сұйықтықты шашқанымызда оның бөлекшелері шар (тамшы) формасын қабыл етеді.
6. Диаметрі 2мм болған сұйықтық тамшысы екі есе үлкейеді дейік ($d = 0,06$ Н/м). Ісленген жұмысты табыңыз хәм түсіндириңіз.

$$1\text{-дел}=100 \text{ дина}$$

$$d=5,4\text{см}$$

$$h=0,2\text{см}$$

4-санлы лабораториялық жұмыс

Электрoкалориметр жәрдеминде сұйықтықтың салыстырмалы жыллылық сыйымлылығын анықлау

Кереклі әсбаплар: Бірдей екі калориметр, изолятор пластинкаға бекитілген, өз-ара ізбе-із тұтастырылған бірдей екі спираль ізертленетінін сұйықтық дистилляцияланған суу екі термометр.

Қәлеген затты қыздыруу үшін керек болған жыллылық мұғдары биріншіден усы заттың массасына байланысly, екіншіден усы затты неше градусқа қыздырууымызға байланысly. Мысалы 1кг затты 10°C дан 20°C ға шекем қыздыруу үшін Q жыллылық керек болса, ал 5 кг зат үшін $5Q$ жыллылық талап етіледі. Демек жыллылық массаға туура пропорционал деген сөз, яғнай $Q \sim m$.

Буннан тысқары керек болған жыллылық мұғдары температуралар айырмасына туура пропорционал, яғнай берілген затты $t_1 = 10^{\circ}\text{C}$ дан $t_2 = 20^{\circ}\text{C}$ ға қыздыруу үшін Q

жыллылық керек болса, ал $t_1 = 10^{\circ}\text{C}$ дан $t_2 = 30^{\circ}\text{C}$ ға қыздырыу үшін $2Q$ жыллылық керек болады. Солай етип

$$Q \sim m(t_2 - t_1)$$

екен. Буннан теңлик белгиге өтсек

$$Q = cm(t_2 - t_1) \quad (1)$$

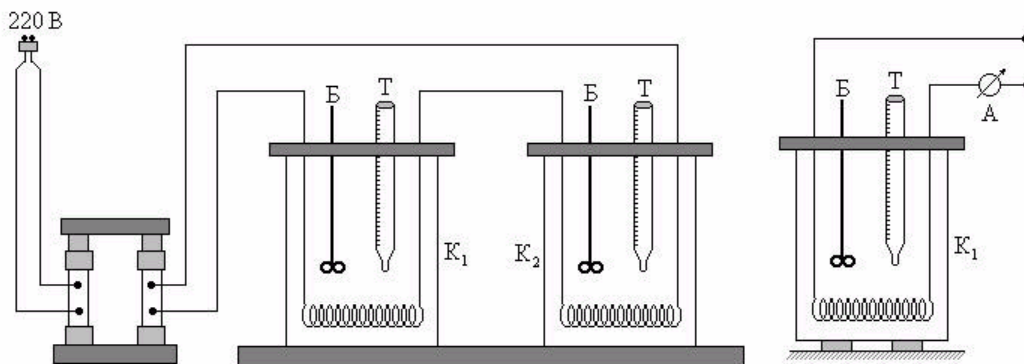
Бундағы пропорционаллық коэффициент c берилген заттың салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы делинеди хәм усы заттың қәсийетине байланыслы. Бул теңликтен

$$c = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)} \quad (2)$$

хәм егер берилген заттың массасы 1кг , ал қыздырыу температурамыз 1°C яғный $t_2 - t_1 = 1^{\circ}\text{C}$ болса $c = Q$ болады.

Демек берилген заттың салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы деп усы заттың 1кг массасын 1°C ға қыздырыу үшін керек болған жыллылық муғдарына айтылады. Хәр бир зат өзиниң салыстырмалы жыллылық сыйымлылығына ийе.

Әдетте суйықтың салыстырмалы жыллылық сыйымлылығын электрокалориметр жәрдемінде аңсат анықлауға болады хәм ол төмендегидей (1сүүрет). Изертленетуғын суйықтық толтырылған К-калориметр ишине белгили электрик қарсылыққа ийе спираль



түсірилген. Бундағы T термометр, ал B былғаушы (суйықты араластырып турыушы). Әдетте былғаушы калориметр материалынан (алюминийден) исленеди. Егер биз спиральды ток дерегине тутастырып t уақыты дауамында ток өтсе, онда спиральдан бөлинип шыққан жыллылық муғдары Джоуль-Ленц нызамына мууапық төмендегише анықланады:

$$Q \sim 0,24I^2Rt. \quad (3)$$

Бул жыллылық нелерге сарыпланады деген сорау бериледи.

1. Массасы m болған суйықты t_1 ден t_2 ге қыздырыу үшін, оған $cm(t_2 - t_1)$ муғдардағы жыллылық керек c - суйықтың салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы.

2. Калориметрдиң былғаушы менен бирликтеги массасы m_1 болса, оны t_1 ден t_2 ге қыздырыу үшін, оған $cm(t_2 - t_1)$ муғдардағы жыллылық керек. Бул аңлатпаларда c аркалы калориметр хәм былғаушының салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы белгиленген.

3. Системаны t_1 ден t_2 ге қыздырыу уақытында жыллылықтың қандайда ΔQ бөлеги сыртқы орталыққа берилип жойылады.

Онда спиральдан бөлинип шыққан жыллылық муғдарын

$$Q = cm(t_2 - t_1) + c_1 m_1(t_2 - t_1) + \Delta Q = (cm + c_1 m_1)(t_2 - t_1) + \Delta Q \quad (4)$$

түрінде жазыуға болады.

Бұған (3) формуладан Q диң мәнісін қойып сұйықтың салыстырмалы жыллылық сыйымлылығын анықлау үшін бизге ΔQ белгисіз хәм оны анықлауда тәжірийбе талап етиледі. Бирақ айырым жағдайда электрокалориметр методына тийкарлана отырып с ны анықлауда ΔQ ди билиу талап етилмейди хәм ол төмендегидей.

Электрлик қарсылықлары бирдей еки спираль өз-ара избе-из тутастырылып сәйкес K_1 хәм K_2 калориметрлерге түсириледи (2-сүўрет).

Айтайық, K_1 калориметрде салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы c_2 белгилі болған m_2 массалы сұйықтық болсын. Егер K_1 хәм K_2 калориметрлердиң массаларын сәйкес m_1' хәм m_2' , ал салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы c_1' деп белгилесек, онда K_1 калориметрдеги сұйықтығы менен бирликтеги дәслепки t_1 температурадан кейинги t_1' температураға қыздырыу үшін (4) формулаға муўапық

$$Q = (c_1 m_1 + c_1' m_1')(t_1' - t_1) + \Delta Q \quad (5)$$

жыллылық муғдары керек болса, ал K_2 калориметрдеги сұйықтығы менен бирликтеги дәслепки t_2 температурадан кейинги t_2' температураға қыздырыу үшін

$$Q = (c_2 m_2 + c_1' m_2')(t_2' - t_2) + \Delta Q_2 \quad (6)$$

жыллылық муғдары керек болады. Бул Q_1 хәм Q_2 жыллылық муғдарлары ысытқыш спиральдан алынады. Шәртимизге муўапық спиральдың қарсылықлары бирдей хәм олар избе-из тутастырылған. Онда олар арқалы өтетугын ток күши де хәм токтың өтиу ұақыты да бирдей болады. Демек (3) формулаға муўапық $Q_1 = Q_2$ болады. (5) хәм (6) формулаларға тийкарлана отырып

$$Q = (c_1 m_1 + c_1' m_1')(t_1' - t_1) + \Delta Q_1 = (c_2 m_2 + c_1' m_2')(t_2' - t_2) + \Delta Q_2 \quad (7)$$

екенлигин табамыз. Бундағы ΔQ_1 хәм ΔQ_2 сәйкес K_1 хәм K_2 калориметрлерден тәжірийбени өткеріу дауамында жойылатугын жыллылық муғдарлары.

Тәжірийбениң өткерилиу ұақыты еки калориметр үшін да бирдей хәм егер олардың өлшемлери бирдей болса, $\Delta Q_1 \approx \Delta Q_2$ деп есаплауға болады. Онда (7) теңликке муўапық изертленип атырған сұйықтың салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы төмендегише анықланады.

$$c_2 = \frac{(c_1 m_1 + c_1' m_1')(t_1' - t_1) - c_1' m_2'(t_2' - t_2)}{m_2(t_2' - t_2)} \quad (8)$$

Жумыстың ислениу тәртиби

Дәслеп тәрзиде құрғақ K_1 хәм K_2 калориметрлердиң массаларын өлшеп хәм олар сәйкес массаларға ийе болады. Кейин K_2 калориметрге изертленетугын сұйықтық куямыз хәм олардың массаларын тәрзиде өлшеймиз. Егер ишинде сұйықтығы бар калориметрлердиң массалары M_1 хәм M_2 болса, онда сұйықтықлардың массалары сәйкес

$$m_1 = M_1 - m_1', \quad m_2 = M_2 - m_2'.$$

болады.

Ишінде сұйықтықтары бар калориметрлерге спиралларды түсіріп олардың дәслепки хәм ақырғы температураларын термометрлер жәрдемінде өлшеймиз. Кейин спиралды ток дерегине тутастырып сұйықтықларды қыздырыу даўамында ишіндеги былғаушылары жәрдемінде үзликсиз түрде былғаймыз. Температуралар дәслепкисинен шама менен 20-30⁰С ға көтерилгенде ток дерегинен ажыратамыз хәм кейинги температураларды анықлаймыз.

Калориметрлер хәм олардың былғаушылары алюминийден исленген, онда таза суўдың хәм алюминийдің салыстырмалы жыллылық сыйымлылықтары c_1 хәм c_1' белгили, олар таблицадан алынады. Онда (8) формулаға мәнислерин қойып c_2 ни табыуға болады.

Тәжирийбени изертленетуғын сұйықтық массасын дәслепки хәм ақырғы мператураларын өзгерте отырып, кемінде 5 рет қайталансын. Алынған нәтийжелер кестеге жазылсын.

№	m_1'	m_2	m_1	m_2	t_1	t_2	t_1'	t_2'	c_2	Δc_2	$(\Delta c_2/c_2)_{\text{орт}}$
Орт.											

Жумысты орынлау хәм тапсырыу үшін сораулар

1. Жумысты орынлау тәртиби.
2. Салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы дегенимиз не хәм оның өлшем бирлиги?
3. Егер бир калориметрли методтан пайдаланып c_2 ни анықлауда ΔQ ди есапка алмасақ қандай қәтеге жол қоямыз хәм анықланған сұйықтықтың хақықый салыстырмалы жыллылық сыйымлылығынан үлкен бе ямаса киши ме?
4. Қандай жағдай да $\Delta Q_1 = \Delta Q_2$ деп есаплауға болады. Егер тәжирийбе даўамында калориметрлер температуралары өз-ара үлкен температураға парқ қылса $\Delta Q_1 = \Delta Q_2$ теңликке тасири болама?
5. Сизиң қолыңызға ишінде m_1 массалы, t_1 градуслы таза суўы бар алюминийден исленген m массалы калориметр хәм термометр берилген. Усылар жәрдемінде m_2 массалы, t_2 градуслы температурасы болған белгисиз металлдың салыстырмалы жыллылық сыйымлылығын анықлауға болама? Қалай хәм қандай формуладан анықланатуғынлығын түсиндириңиз.

5-санлы лабораториялық жумыс

Сұйықтықтың ишки сүйкелис коэффициентин стокс методы менен анықлау

- Керекли эсбаплар:
1. Сұйықтық толтырылған мензурка.
 2. Диаметрлери хәр қыйлы болған бирнеше шариклер.
 3. Секундомер.
 4. Сызғыш
 5. Микроскоп.

Егер сұйықтық қатламлары хәр қыйлы тезликлер менен қозғалатуғын болса, онда оларда сүйкелис күши хасыл болады. Сұйықтықтың еки қатламы тийисип турған шегаралық беттиң 1 м^2 (бирлик) майданына тәсир етиўши сүйкелис күши қатламлар

тезликлериниң айырмасы қанша үлкен болса, күште сонша көп болады. Буннан тысқары сүйкеліс күш сұйықлықтың өзиниң қасиетине, оның температурасына байланыссы болады хәм ишки сүйкеліс коэффициенти η менен хәрекетленеди.

Сұйықлықтың берілген температурадағы ишки сүйкеліс коэффициенти сан жағынан қатламлар тезликлериниң айырмасы, қозғалысқа перпендикуляр 1 м аралықта 1 м/с қа тең болған шегаралық беттиң 1 м² на тәсир етиўши сүйкеліс күшине тең болады.

Сұйықлықтың ишки сүйкеліс коэффициентин, оның ишинде қозғалыўшы шариктиң тезлигин өлшей отырып Стокс формуласы жәрдемінде анықлаўға болады.

Сұйықлық ишине шарикти түсиргенимизде оған төмендеги үш күш тәсир жасайды.

1. Шарикти жердиң тартыў күш p бул төмен қарай бағытланған хәм

$$p = m_{ш} \cdot g = \rho_{ш} g V_{ш} = \rho_{ш} g \frac{4}{3} \pi r_{ш}^3 \quad (1)$$

болады. Бундағы g еркин түсиў тезлениўи, $\rho_{ш}$, $V_{ш}$ хәм $r_{ш}$ шариктиң сәйкес тығызлығы, көлеми хәм радиусы.

2. Жоқары қарай бағытланған Архимед күши F_a хәм бул төмендегише бағытланады.

$$F_a = m_a g = \rho_c g V_c = \rho_c g \frac{4}{3} \pi r_{ш}^3 \quad (2)$$

бунда $V_c = \frac{4}{3} \cdot \pi r_{ш}^3$ деп алынды себеби, сұйықлық көлеми шарик көлемине тең ρ_c - сұйықлықтың тығызлығы.

3. Егер шарик төмен қарай $V_{ш}$ тезлик пенен қозғалатуғын болса, оған қарсы бағытта сұйықлық F_A күши менен қарсылық жасайды. Бул күштиң шамасы

$$F_A = 6\pi\eta r_{ш} V_{ш}. \quad (3)$$

Бундағы η сұйықлықтың ишки сүйкеліс коэффициенти. Бул жерде бир ескертип өтетуғын нәрсе, шарик сұйықлық ишинде қозғалғанда сүйкелісти шарик пенен сұйықлық арасындағы емес, ал шарик бетине жабысқан сұйықлық қатламы менен сұйықлық арасындағы сүйкеліс күши деп түсиниў керек.

Бул үш күштиң шариктиң қозғалысы теңлемеси Ньютонның екинши нызамына муўапық төмендегише жазылады.

$$P - F_o - F_{ш} = m_{ш} a. \quad (4)$$

Хақыйқатындада дәслепки, яғный шарикти сұйықлыққа түсирген моментте ол тезлениў менен қозғалады яғный тезлиги ўақыттың өтиўи менен артады. (3) формулаға муўапық $V_{ш}$ ның артыўы менен сұйықлықтың қарсылық күши артады. Нәтийжеде, тезликтиң қандайда мәнисинде жоқары қарай бағытланған F_a хәм F_H күшлердиң қосындысы төмен қарай бағытланған P күшке теңлеседи. Мине усы моменттен баслап шарикке тәсир етиўши күшлердиң векторлық қосындысы (тең тәсир етиўшиси) нольге тең болады, демек $a = 0$ яғный $V_{ш} = \text{const}$ болады деген сөз.

Шарикти глицеринге түсиргенимизде, оның бетинен 6-8 см аралықты өткеннен кейин шариктиң қозғалысын тең өлшеўли деп есаплаўға болады. Бундай жағдай ушын (4) теңликти

$$P - F_a - F_a = 0$$

түрінде жазыуға болады.

Бул теңликте (1), (2) хәм (3) формулалардан мәнислерин қоя отырып жазамыз.

$$P_{ш}g \frac{4}{3} \pi r_{ш}^3 - P_{а}g \frac{4}{3} \pi r_{ш}^3 6\pi \eta r_{ш}^3 V_{ш} = 0.$$

Буннан

$$\frac{2}{3} gr_{ш}^2 (p_{ш} - p_{с}) = 3\eta V_{ш}$$

хәм

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{p_{ш} - p_{с}}{V_{ш}} gr_{ш}^2 \quad (4)$$

екенлиги келип шығады. Шариктиң қозғалысына суйықлық тәрeпинен болатуғын қарсылықты есаплаушы (3) формула шексиз үлкен ыдыс ушын орынлы. Ал реаль жағдайда ыдысымыздың радиусы болған вертикаль цилиндр. Онда (4) формулаға сәйкес дүзетиу жасауымыз керек. Есаплаулар хәм тәжирийбелердиң жуумақлары бойынша, бул дүзетиуди есапка алған жағдайда (4) формуланың көриниси төмендегиге болады.

$$\eta = \frac{2}{9} \frac{p_{ш} - p_{с}}{V_{ш} (1 + 2,4 \frac{r_{ш}}{R})} gr_{ш}^2. \quad (5)$$

Бундағы $p_{ш}$ хәм $p_{с}$ қорғасын шариктиң радиусы микроскоп жәрдемінде өлшенеди. R- цилиндрдиң ишки радиусы линейка жәрдемінде өлшеп алынады. Онда (5) формула $V_{ш}$ берилген болса η ны есаплауға болады. Бизиң ендиги ұазыйпамыз $V_{ш}$ ны анықлаудан ибарат.

Жумысты орынлау тәртиби

Ишине глицерин толтырылған цилиндр формасындағы шийше ыдыс берилген хәм оған еки жиңишке сақыйна кийгизилген. Сақыйналар жоқарғысы қозғалмалы болады да, ал төмендегиси қозғалмайды. Өлшеулер кемінде радиуслары үш түрли r_1, r_2, r_3 болған шариклер ушын өткериледи.

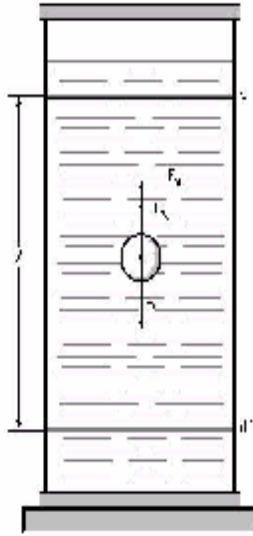
Жоқарғы қозғалмалы сақыйнаны суйықлық бетинен шама менен 6-8 см аралықта төменликте жайластырамыз. Шариктиң қәлеген биреуин (айтайық r_1 радиуслы) алып суйықлық бетине түсиремиз, шарик жоқарғы сақыйнаның тусына келгенде секундомерди иске қосамыз. Кейин төменги сақыйнаның тусына келгенде секундомерди тоқтатамыз. Буның менен биз шариктиң еки сақыйна аралығы L ди өтиу ұақты t ны анықлаймыз. Онда шариктиң тезлиги

$$v = \frac{L}{t}$$

формуладан анықланады.

Тәжирийбе усы берилген L аралық хәм r радиуслы шарик ушын 3 рет қайталанады. Усы 3 рет өлшеуден табылған V-ның орташа мәнисин (5) формулаға қойып суйықлықтың ишки сүйкелис коэффициенти η есапланады.

Кейин жоқарғы сақыйна суйықлық бетинен шама менен 8-10 см аралыққа түсирилип, усы r радиуслы шарик ушын тағы да 3 өлшеу жүргизип η ти анықлаймыз.



Ақырында жоқарғы сақыйнаны суйықлық бетинен шама менен 10-12 см аралыққа түсирип, усы r радиуслы шарик ушын 3 рет өлшеу жүргизип η шамасын анықлаймыз.

Жоқарыда айтылған 9 рет өлшеу L хәм r радиуслы шариклер ушын да қайталанады. Өлшеулердің жууақлары төмендеги кестеге жазылсын. Ишки сүйкеліс коэффициенті температураға байланысы, сонлықтан суйықлықтың температурасы да көрсетилсин.

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ш}} &= 9,7 \text{ г/см}^3, \\ \rho_{\text{гл}} &= 1,26 \text{ г/см}^3, \\ R &= 1,8 \text{ см.} \end{aligned}$$

160-1 деп = 0.04мм

№	$r_{\text{ш}}$ см	L , см	t , сек	$V_{\text{ш}}$, см ³ /с	$\rho_{\text{ш}}$, г/см ³	$\rho_{\text{с}}$, г/см ³	η , пуаз	$\Delta\eta$	$\frac{\Delta\eta}{\eta_{\text{ор.}}} 100\%$
1.									
2.									
3.									
1.									
2.									
3.									
1.									
2.									
3.									

Жумысты ислеу хәм тапсырыу ушын сораулар:

1. Ламинарлық хәм турбулентлик ағымлар дегенимиз не?
2. Суйықлықтың ишки сүйкеліс коэффициенті дегенимиз не?
3. Не ушын жоқарғы сақыйнаны суйықлық бетинен кемінде 6-8 см аралықта қойу талап етиледі.

6-санлы лабораториялық жұмыс

Хаўаның ығаллығын психрометр жәрдеминде анықлау

Керекли эсбаплар: Аспирациялық психрометр, дистилицияланған суўы бар груша, батист ямаса сийле материал.

Әдеттеги хаўаның қурамында қандайда муғдарда суў пуўы болады. Бул пуўдың муғдары абсолют шамасы бойынша хәм тойыныў дәрежеси бойынша өзгериўи мүмкин. Булар сәйкес абсолют хәм салыстырмалы ығаллық пенен сыпатланады.

Абсолют ығаллық деп, хаўадағы суў пуўының граммларда аңлатылған муғдарына айтылады. Буны биз идеал газдың хал теңлемесинен пайдаланып табыўымызға болады.

Нормаль жағдай, яғный $P = 760$ мм сын.бағ., $T=273$ К болған хәм қәлеген P хәм T ушын хал теңлемелер сәйкес төмендегише болады:

$$P_0 V_0 = \frac{M_0}{\mu} RT_0 \quad (1)$$

хәм

$$PV_0 = \frac{M}{\mu} RT. \quad (2)$$

Бул еки жағдайда да көлемди бирдей деп есапладық. Нормаль жағдайда 1 м^3 суў пуўының массасын (1) формуладан табыўға болады хәм $M_0 = 800$ г ға тең.

Қәлеген p хәм T ушын 1 м^3 суў пуўының массасын (1) хәм (2) лерден пайдаланып төмендегише жазамыз:

$$M = \frac{M_0 T_0 P}{P_0 T} = \frac{800 \cdot 273 P}{760 T}. \quad (3)$$

Егер берилген температурадағы суў пуўының серпимлилиги (парциал басымы) белгили болса, онда бул формуланы пайдаланып хаўаның абсолют ығаллығын анықлауға болады. (3) формулада T температура 290 К нен жүдә үлкен болмаған жағдайда $M \approx P$ деп есаплауға болады. Сонлықтан абсолют ығаллықты суў пуўының серпимлилиги деп есаплау қабыл етилген хәм мм. сын.бағ. да аңлатылады.

Хаўаның салыстырмалы ығаллығы төмендегише анықланады. Егер берилген T температурадағы суў пуўының парциал басымы P болса, ал усы температурадағы тойынған суў пуўының басымы P_m болса, онда

$$r = \frac{P}{P_m} 100\% \quad (4)$$

шамасына салыстырмалы ығаллық делинеди. Хаўаның ығаллығын анықлауға аспирациялық психрометрден пайдаланылады. Бул методтың тийкарғы мазмунын қарап өтеміз. Мейли бирдей еки термометр бирдей хаўа ағымында тұрсын. Олардың көрсетиўлери әлбетте бирдей болады. Егер олардың биреўиниң сынаплы баллонының бетин суў менен ығалланған батист ямаса сийле менен орасақ, оның көрсетиўи өзгередиди, яғный төменлейди. Ығалланған сийледеги суўдың пуўланыўы ушын жыллылық сарп етиледи. Дәслепки моментте бул жыллылық термометрдің өзинен хәм сыртқы орталықтан алынады. Нәтийжеде оның көрсетиўи төменлей баслайды хәм ўақыттың өтиўи менен

төменлеу тоқтап өзгермей қалады. Демек усы моменттен баслап сыртқы орталықтан алынатуғын жыллылық муғдары пуўланыуы ушын керек болған жыллылық муғдарына тең болады.

Термометрди қоршап турған орталықтың ығаллығы қаншама аз болса, ығалланған термометрдеги пуўланыуы да соншама тез болады хәм температураның төменлеуи де сонша көбирек болады. Демек температураның төменлеу дәрежеси яғный құрғақ хәм ығалланған термометрлердиң температураларының айырмасы хаўаның ығаллығын характерлейди.

Бирлик ўақытта, яғный 1 секундта сыртқы орталықтан алынған жыллылық муғдары:

$$Q_1 = a(t_k - t_w)S_1 \cdot \tau. \quad (5)$$

Бундағы t лар құрғақ хәм ығалланған термометрлер көрсетиулериниң айырмасы.

S_1 - ығалланған термометр баллонының бетиниң майданы, ал a –пропорционаллық коэффициент τ ўақытта пуўланған суўдың массасы M .

Дальтон нызамына мууапық ўақыт бирлиги ишинде S_2 беттен пуўланатуғын суйықлық муғдары

$$M = \frac{CS_2(P_m - P)}{\Phi} \cdot \tau \quad (6)$$

аркалы анықланады. Онда усы M массалы суўдың пуўланыуы ушын керек болған жыллылық муғдары

$$Q_2 = M\lambda = r \frac{CS_2(P_m - P)}{\Phi} \cdot \tau \quad (7)$$

аркалы анықланады.

Бул жерде λ пуўланыудың салыстырмалы жыллылығы, P хаўадағы суў пуўының парциаль басымы. Φ атмосфера басымы. P_m пуўланыу температурасындағы суўдың тойынған суў басымы, яғный ығал термометр бойынша t_1 температурада хаўадағы суў пуўының басымы, C пропорционаллық коэффициент тийкарынан пуўланып атырған беттен хаўа ағымының тезлигине байланыслы болады. $S_1 = S_2$ деп есаплап хәм $Q_1 = Q_2$ екенлигин еске алып анықлаймыз.

$$p = p_m - \frac{a}{c\lambda}(t_n - t_w) \cdot \Phi, \quad (8)$$

бул жерде $a/c\lambda$ эсбап турақлысы болып, 0,000662 ге тең.

Хаўаның абсолют ығаллығы стандарт психрометр жәрдеминде төмендегише анықланады:

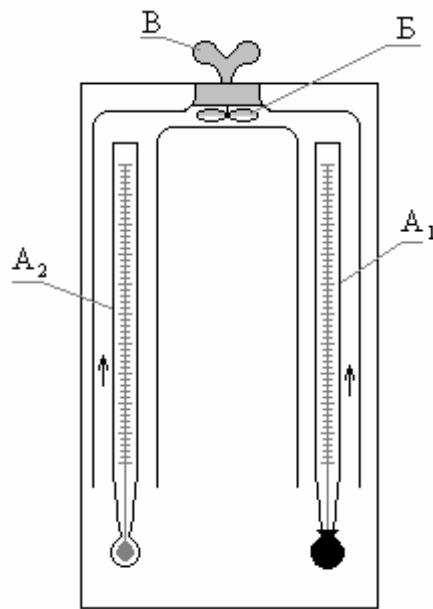
$$P = P_m - 0,000662 (t_k - t_w) \Phi \quad (9)$$

Психрометрдиң дүзилиси хәм өткерилетуғын өлшеулер

Қолланылып атырған психрометрдиң дүзилиси сүүретте көрсетилгендей еки термометрлер A_1 хәм A_2 ден турады. A_1 термометр балоншасына батист оралған. Аспиратор пружиналы B винтиляторға ийе болып, ол B гилтиниң жәрдеми менен айланьсқа келтириледі. Хаўа ағысларының жолы стрелка менен көрсетилген олар балонның жоқарғы жағында қосылып кетеді. Эсбаптың қызып кетпеуи ушын оның металл бөлекшелери никелленген.

Батист ямаса сийле резинадан исленген груша пипетка жәрдеминде ығалланады. Груша дистилляцияланған суў менен толтырылады. Грушаны азғана қысыў жолы менен ондағы суў көтериледи, бирақ пипетканың ушынан 1 см аралықтан артпасын. Бул қысқышының жәрдеми менен иске асырылады. Бунан кейин үлкен пухталық пенен пипетканы батистке ямаса сийлеге апарып оны ығаллайды, кейин қысқышты ашып ондағы суўды грушаға қайтарып түсиреди. Төмендегиге дыққатлы болыў керек: ығаллаў уақтында суў екінши термометрге хәм трубаның ишки бетине түспесин. Кейин гилт В ның жәрдеми менен вентиляторды айланысқа келтирип, термометрлердиң көрсетиўлерин бақлаймыз. Қашан олардың көрсетиўи тоқтағаннан кейин термометрлердиң көрсетиўлерин жазып аламыз., бирақ усы ўақытта вентилятор толық ислеп турыўы керек. Термометрлердиң көрсетиўлерин 0,1 ге шекемги дәллик пенен алыў керек.

Кейин (9) формулаға мәнислерин қойып абсолют ығаллықты анықлаймыз. Берилген



температурадағы тойынған суў пуўының басымы кестеден алынады. Ф бөлме ишиндеги хаўаның басымы, барометр жәрдеминде анықланады. (4) формула жардеминде хаўаның салыстырмалы ығаллығын анықлаўға болады. Тәжирийбе 5 рет өткерилсин хәм алынған нәтийжелер кестеге жазылсын.

Жумысты орынлаў тәртиби

1. В гилтти 5-6 рет таўлап, вентилятор жүргизиледи хәм термометрдиң көрсетиўин бақлаўымыз керек.

2. Термометрдиң көрсетиўин 4-5 минуттан кейин жазып алынады. Бул ўақытта вентилятор бир тегис ислеп турыўы керек. Ығал хәм қуўрақ термометр көрсетиўи жазып алынады.

3. Атмосфера басымы Ф барометрдан жазып алынады.

4. «Ығал» термометр көрсетип турған t_y температурада тойынған пуў басымы P_m кестеден алынады.

5. Хаўаның абсолют ығаллығы (8) формула жәрдеминде анықланады.

6. Егер Психрометр турақлысы $\left(\frac{a}{c\lambda}\right)$ белгисиз болса, (9) формула жәрдеминде психрометр турақлысы есапланады.

7. Хаўанын салыстырмалы ығаллығы $B = \frac{P}{P_m} \cdot 100\%$ теңлік жәрдеминде есапланады.

N	t_k К	$t_{ы.}$ К	Φ Па	P_m Па	P Па	B	ΔB	$\frac{\Delta B}{B} \cdot 100\%$
1.								
2.								
3.								
орташа								

Жумысты ислеў хәм тапсырыў ушын сораўлар

1. Хаўаның абсолют хәм салыстырмалы ығаллығы дегенимиз не?
2. Тойынған пуў басымы хәм ол неге байланыслы?
3. Абсолют ығаллықты өзгертпей, хаўаның температурасы төменлетилсе, психрометр термометрлери қалай өзгереді?
4. Нормаль жағдайдағы 1 м^3 суў пуўының массасын грамларда есаплаңыз.

7-санлы лабораториялық жумыс

Суўдын пуўланыўының жасырын жыллылығын анықлаў

Керекли эсбаплар: Ишинде суўы бар хәм аўзы түтикше менен тәмийнленген колба, электроплитка: термометр, тәрези, калориметр, ыдыс.

Егер биз суўды плитканың үстине қойсақ ўақыттың өтиўи менен оның температурасы артады хәм нормаль атмосфера басымында температура 100°C ға жеткенде суў қайнайды. Мине усы температурадан баслап суў плиткадан жыллылық алыўына қарамастан оның температурасы өзгермейди яғный алынып атырған жыллылық жасырын түрде жойылып атырғандай болып көринеди. Хақыйқатында, суў қайнағаннан кейин оның плиткадан алатуғын жыллылығы суўдың белгили бир муғдарының пуўға айналыўына сарпланады. Демек суўды пуўға айландырыў ушын белгили бир муғдарда жыллылық талап етиледі екен.

Суйықлықтың пуўланыўының салыстырмалы жасырын жыллылығы деп оның бирлик массасын суйықлық температурасындағы пуўға айландырыў ушын керек болған жыллылық муғдарына айтылады хәм кал/(г.град) ямаса ккал/(кг.град) ларда өлшенеди.

Суйықлық пуўға айланғанда қанша жыллылық талап етилсе, керисинше пуў суйықлыққа айланғанда сонша жыллылық бөлинип шығады.

Бизиң бул жумыстағы тийкарғы ўазыйпамыз қайнап турған суўдың массасын пуўға айландырыў ушын қанша жыллылық талап етиледі, мине усыны тәжирийбеде анықлаўдан ибарат.

Тәжирийбениң тийкарғы мазмуны төмендегидей:

Мейли бизге массасы m болған ыдыстың ишинде температурасы t_1 массасы m_1 суў берилген болсын дейик. Егер усы суўдың ишинде t_3 температурады қайнап турған суўдың m_p массалы пуўын жиберсек оның массасыда хәм температурасыда артады. Айтайық суўдың массасы m_3 ($m_3 = m_1 + m_2$) ал температурасы t_2 болсын дейик. Нәтийжеде суўдың ыдыс пенен бирликтеги температурасы t_1 ден t_2 ге артады. Буның ушын керек болған жыллылық муғдары Q_1 төмендеги теңликтен анықланады.

$$Q_1 = cm(t_2 - t_1) + c_1 m_1 (t_2 - t_1) \quad (1)$$

Бундағы C хәм C_1 сәйкес, ыдыстың хәм суўдың салыстырмалы жыллылық сыйымлылықлары.

Енди, бул жыллылықты қайдан алады?

Бириншиден m_2 массалы пуў t_3 температурадағы суўға айланғанда

$$Q_2 = m_2 * r \quad (2)$$

муғдардағы жыллылық бөлип шығарады. Бундағы r пуўланыўдың меншикли жасырын жыллылығы.

Екиншиден пуўдан хасыл болған m_F массалы суў t_3 температурадан t_p ге шекем суўыйды. Буның нәтийжесинде тағыда

$$Q_3 = c_1 m_2 (t_2 - t_1) \quad (3)$$

муғдардағы жыллылық бөлинип шығады.

Жыллылық байланысының нызамына муўапық

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

болады. Буған (1), (2) хәм (3) теңлемелерден мәнислеринен қойып,

$$cm(t_2 - t_1) + c_1 m_1 (t_2 - t_1) = m_2 r + c_1 m_2 (t_3 - t_2)$$

екенлигин табамыз. Буннан

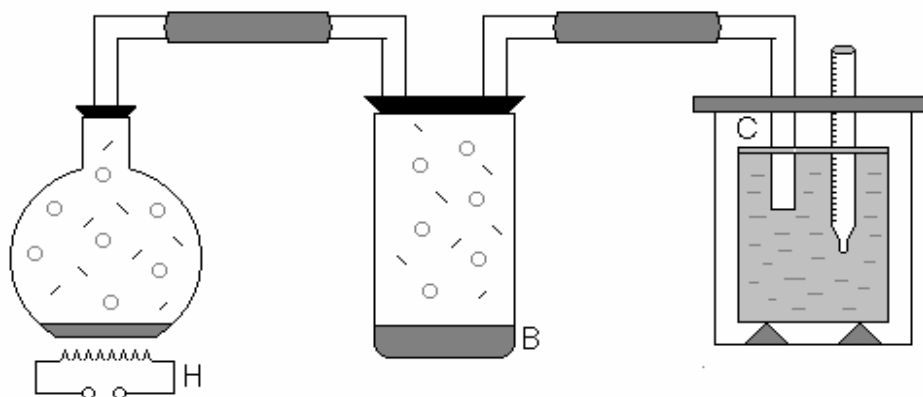
$$r = [(cm + c_1 m_1)(t_2 - t_1) - c_1 m_2 (t_3 - t_2)] / m_2 \quad (4)$$

екенлиги келип шығады. Мине усы формула суў пуўының меншикли жасырын жыллылығын анықлаў формуласы болып табылады.

Жумыстың орынланыў тәртиби

Тәжирийбе өткерилетуғын қурылма сүўретте көрсетилген

K калориметрдің ишиндеги бос хәм қуғзақ стаканды алып оның массасын тәрезиде өлшеп аламыз хәм m деп белгилеймиз. Калориметр стаканының ишине жартысындай таза суў қуйып және массасын өлшеймиз хәм M деп белгилеймиз. Сонда суўдың массасы $m_1 = M - m$ болады.



Термометр жәрдеминде суудың температурасын өлшеп оны t_1 деп аламыз.

Колбаға суў қуйылып, Н электр плиткасына орнатылады. Кейин колбадан келип турған түтикшениң астына басқа бир ыдысты қойып плитаны сетке тутастырамыз хәм колбадағы суудың қайнаўын күтеміз.

Колбадағы суў анық қайнағанда түтикше арқалы курғақ пуў шыға баслайды. Мине усы ўақытта ыдысты К калориметр менен алмастырамыз. С түтикшениң ушы әлбетте калориметрдеги суўға батып турыўы керек.

Калориметрге колба түтикшеси ишинде пуўдан ҳасыл болған суў келип түспеўи ушын түтикшениң шети колбадан әдеўир жоқары жайласыўы керек.

Калориметрдеги суудың температурасы дәслепки Т температураға салыстырғанда $10-15^{\circ}\text{C}$ ға көтерилгенде К калориметрдеги түтикше астынан алып орнына В ыдысты қоямыз да плитканы сеттен ажыратамыз. Суудың температурасын t_2 деп белгилейміз. Кейин калориметр стаканын суўы менен бирликте қайтадан өлшейміз хәм массасын M_1 деп белгилейміз. Онда пуўдан ҳасыл болған суудың массасы $m_2 = M_1 - M$ болады. Дәслеп m_1 , m_2 хәм t_1 , t_2 лер өлшенип алынғаннан кейин $t_3 = 100^{\circ}\text{C}$, ал С хәм C_1 кестеден алынады және (4) формуладан r анықланады.

Тәжирийбе 6 рет қайталансын хәм алынған жуўмақлар кестеге жазылсын.

№	m	m_1	m_2	t_1	t_2	r_1	Δr	$\Delta r/r_{\text{орт}}$	%
1									
2									
3									
4									
5									
Орт.									

Жумысты орынлаў хәм тапсырыў ушын сораўлар

1.

1. Жумыстың орынланыў тәртиби.
2. Не ушын сырттан жыллылық берилиўине қарамастан суў қайнағаннан кейин оның температурасы өзгермейди?
3. Пуўланыўдың жасырын жыллылығы деп неге айтамыз?
4. Тәжирийбеде анықланған суудың пуўланыўының салыстырмалы жасырын жыллылығынан пайдалана отырып 100 гр суудың толығы менен пуўға айландырыў ушын қанша жыллылық сарпланатуғынлығын анықлаң.

8-санлы лабораториялық жұмыс

Хауаның салыстырмалы жыллылық сыйымлылықтарының қатнасын анықлау

Керекли әсбаптар: кран хәм спиртли манометр менен тәмийинленген үлкен көлемге ийе шийше баллон, яғный Клеман-Дезор үскенеси, насос.

Қандайда заттың салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы дегенде усы заттың бирлик массасын бир градус температураға қыздырыу үшін керек болған жыллылық муғдарына айтылады.

Берилген массадағы газ p , V , T параметрлери менен характерленетуғынлығы мәлим. Бул параметрлерден T ны 1°C қа арттырыу үшін керек болған жыллылық муғдары қалған еки параметр p хәм V ға байланыслы болады. Сонлықтан да усы еки параметрдің биреуін турақлы деп есаплап газдың бирлик массасын 1°C қа арттырыу үшін керек болған жыллылық сыйымлылығын көремиз.

1. Көлеми турақлы ($V = \text{const}$) деп есаплаймыз, яғный процесс изохоралық. Усы жағдайда газдың бирлик массасын 1°C температураға арттырыу үшін керек болған жыллылық муғдарын c_v деп аламыз. Термодинамиканың биринши нызамына муапық

$$\delta Q = dU + \delta A = dU + pdV. \quad (1)$$

Егер көлемди өзгертпей газге δQ жыллылық берсек онда жұмыс исленбейди. Онда

$$\delta Q = dU, \quad (2)$$

яғный, жыллылық тек ишки энергияны арттырыуға сарпланады.

Температурасы T болған 1 моль идеал газдың ишки энергиясы

$$U = \frac{i}{2} RT \quad (3)$$

екенлиги мәлим. Усы газге δQ жыллылық берсек, онда ишки энергиясы

$$\delta Q = dU = \frac{i}{2} R dT \quad (4)$$

шамасына өзгереді. Буннан $dT = 1^{\circ}\text{C}$ болса, молекулаларының муғдары 1 мол газдың температурасын 1° қа арттырыу үшін керек болған жыллылық муғдарын c_v

$$c_v' = \frac{i}{2} R \quad (5)$$

арқалы анықланады. Буның еки жағын 1 моль газдың массасы μ ге бөлсек салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы келип шығады.

$$c_v = c_v' = \frac{i}{2\mu} R. \quad (6)$$

Бундағы i арқалы газ молекуласының еркинлик дәрежесиниң саны, ал R универсал газ турақлысы белгиленген.

2. Басымды турақлы деп ($p = \text{const}$) есаплаймыз. Бундай шараятларда өтетуғын процессти изобаралық процесс деп атаймыз. Бунда 1 моль газге δQ муғдарында жыллылық

берсек, онда газ температурасы артады, басым да артады деген сөз. Ал бизің шәртимиз орынланыўы ушын көлемге кеңейиўи керек. Демек бунда газ кеңейип базыбир pdV жұмыс ислейди екен.

Термодинамиканың биринши нызамына муапық

$$\delta Q = dU + pdV$$

Демек сырттан берилген δQ жыллылық бириншиден ишки энергияны, яғный температураны арттырыўға сарпланса екиншиден базы бир жұмыс ислеўге сарпланады. (4) тең пайдалана отырып анықлаймыз.

$$\delta Q = \frac{i}{2} R dT + pdV$$

егер $dT = 1^\circ\text{C}$ болса, яғный турақлы басымда 1 моль газди 1°C қа арттырыў ушын керек болған жыллылық муғдарын c_p

$$c_p' = \frac{i}{2} R + pdV$$

арқалы анықланады. Қәлеген газдың 1 молин қыздырыў ўақтында исленген жұмыс $pdV = R$ арқалы анықланады. Онда

$$c_p' = (i/2)R + R = cv' + R \quad (7)$$

екенлиги келип шығады. Бул теңликтиң еки жағын μ ге бөле отырып турақлы басымдағы салыстырмалы жыллылық сыйымлылығын табамыз.

$$c_v' = \frac{c_p'}{\mu} + \frac{R}{\mu}.$$

Буннан (6) теңликти есапқа алып

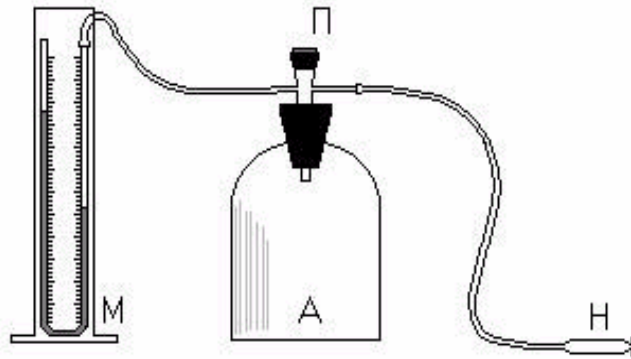
$$c_p = c_v + \frac{R}{\mu} \quad (8)$$

екенлигин табамыз.

Солай етип, қәлеген газдың бирлик массасын 1°C қа арттырыў ушын керек болған жыллылық муғдары турақлы көлемдегиге салыстырғанда R/μ шамасына артық болады екен.

$$c_p - cv = \frac{R}{\mu}. \quad (9)$$

Ендиги бизің ўазыйпамыз хаўа ушын салыстырмалы жыллылық сыйымлылықлар қатнасын анықлаўдан ибарат. Оны анықлаўда ең әпиўайы Клеман-Дезор методын пайдаланамыз (сүўретте көрсетилген).



Сыйымлылығы шама менен 20-30 литр болған шийше баллон А аўзы тығыз бекитилген болып, оның тығыны П арқалы үш тармақлы шийше түтікше шығып тур.

Тармақлардың биреуі краны менен тәмийинленген болып оның жәрдемінде А баллонды бөлме хаўасы менен тутастырыўға ямаса оннан ажыратыўға болады. Ал екінши хәм үшінши тармақлар сәйкес манометр хәм насос пенен тутастырылған. Енди оның жәрдемінде қатнасты анықлаў хәр қыйлы процесслерге байланыслы екенлигин көремиз.

Айтайық дәслеп баллон ишинде басым P_1 көлеми V_1 температурасы T_1 болсын. Бундағы басым бөлмедеги хаўа басымы P_0 ден Δp_1 ге артық болсын.

$$P_1 = P_0 + \Delta p_1. \quad (10)$$

Бундағы Δp_1 спиртли манометрдеги спирт қәдилериниң айырмасы Δh_1 арқалы анықланады. Онда

$$p_1 = p_{cn} g \Delta h_1 \quad (11)$$

болады. Бундағы p_{cn} спирт тығызлығы ($0,79 \text{ г/см}^3$)

Енди биз, К кранды ашып манометрдеги спирт қәдилери теңлесиўден кранды жапсақ, онда ўақыттың өтиўи менен баллондағы басым артып базыбир мәнисти ийелейди хәм ол бөлмедегиден артық болады.

$$p_2 = p_0 + \Delta p_2 \quad (12)$$

Бундағы Δp_2 ни манометр жәрдемінде анықлаўға болады. Манометрдеги спирт қәдилериниң айырмасын ўақытқа байланыслы өзгериўи турақлы болса

$$p_2 = p_{cn} g \Delta h_2 \quad (13)$$

теңликтен анықланады. Булардың барлығын төмендегише түсиндириўге болады.

Кранды ашқан ўақтымызда баллон ишиндеги басым көлемдеги қысылған хаўа қандайда V көлемге кеңейип басымды бөлмедеги басымға теңлескенше кемейтеди.

Баллондағы хаўа V_1 ден V көлемге адиабаталық кеңейгенде жумысты өзиниң ишки энергиясының кемейиўи есабынан ислейди. Мине усы моментте кранды жапсақ, баллон ишиндеги хаўа ўақыттың өтиўи менен сыртқы орталықтан жыллылық алып оның температурасы бөлме температурасына шекем артады, баллондағы басым артады.

Онда сәйкес еки халдағы температуралар бирдей болса, Бойль-Мариотт нызамын колланыўға болады.

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (12)$$

Ал V_1 көлемнен V кеңейгенде басым p_1 ден p_0 ге өзгереді. Онда Пуассон теңлемесінен пайдаланып

$$p_1^\gamma = pV^\gamma \quad (13)$$

түрінде жазыуға болады. Булардан

$$\begin{aligned} V_1/V &= p_2/p_1, \\ (V_1/V) &= p_0/p_1 \rightarrow V_1/V = p_0^{1/\gamma}/p_1^{1/\gamma}, \\ p_2/p_1 &= p_0^{1/\gamma} \rightarrow p_2 p_1^{1/\gamma} = p_1 p_0^{1/\gamma} \end{aligned}$$

екенлігі келип шығады. Бул теңліктің екі жағында логарифмлесек:

$$\begin{aligned} \lg p_2 + (1/\gamma)\lg p_1 &= \lg p_1 + (1/\gamma)\lg p_0 \\ \gamma &= \frac{\lg p_0 - \lg p_1}{\lg p_2 - \lg p_1} \end{aligned} \quad (14)$$

теңлігі келип шығады. Бұған p_1 хәм p_2 ниң мәніслерін (10) хәм (12) ге қойсақ

$$\gamma = \frac{\lg p_0 - \lg(p_1 + \Delta p_1)}{\lg(p_0 + \Delta p_2) - \lg(p_0 + \Delta p_1)}$$

Түріндегі түріндегі аңдатпаға ийе боламыз. Бундағы $\lg(p_2 + \Delta p_1)$ хәм $\lg(p_0 + \Delta p_2)$ лерди Тейлор қатарына жайып бирінши хәм екінши ағзалар менен шекленсек, себеби қалғанлары киши шама болады, яғный $\lg(p_2 + \Delta p_1) = \lg p_0 + p_1/p_0 + \dots$, $\lg(p_0 + \Delta p_2) = \lg p_0 + p_2/p_0 + \dots$ Онда

$$\gamma = \frac{\Delta p_1}{\Delta p_1 - \Delta p_2}$$

екенлігі келип шығады. Бұған (11) хәм (13) лердегі мәніслерди қойсақ

$$\gamma = \frac{\Delta h_1}{\Delta h_1 - \Delta h_2} \quad (15)$$

Солай етип, γ ны анықлауымыз үшін h тың мәніслерін анықласақ болады екен. Баллондағы қранды жауып, манометрдегі спирт қәддилерінің айырмасы шама менен 25-30 см болғанша насос пенен хауа толтырылады. Баллондағы басымның артыуы менен температурасы да артады. Сонлықтан да 2-3 минут дауамында хауа температурасы бөлмедегі температура менен теңлескенше күтеміз. Мине усы моменттен баслап манометрдегі спирт қәддилерінің айырмасы өзгермей қалады хәм буны Δh_1 деп белгилеп аламыз.

Кейин қранды ашып бир уақытта манометрдегі спирт қәддилерінің өзгеріуін бақлаймыз хәм бул қәддилер өз-ара теңлесиуден қранды жабамыз.

Ескертиу: К қранды ашқанда оннан ысылдап хауа шыға баслайды, сонлықтан қранды шығып атырған хауаның сести тоқтаудан жабылыу керек.

Баллондағы температурасы бөлме температурасына тең хаўа адиабаталық түрде кеңейіуі салдарынан оның температурасы төменлейди. Баллондағы хаўа бөлмедегиге шекем болғанда, яғный манометрдеги спирт қәддилериниң айырмасы өзгериссиз қалғанша 2-3 минут күтеміз. Мине усы өзгериссиз қалған қәддилер айырмасын Δh_2 деп аламыз. Δh_1 хәм Δh_2 лерди анықлағаннан кейин (15) теңликке қойып γ ны анықлаймыз. Тәжирийбе кеминде он рет тәкирарлансын. Алынған нәтийжелер кестеге жазылсын.

№	Δh_1	Δh_2	γ	$\Delta \gamma$	$\Delta \gamma / \gamma_{орт.}$
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
Орташа					

Жумысты орынлаў хәм тапсырыў ушын сораўлар

1. Жумыстың орынланыў тәртиби
2. Салыстырмалы хәм моляр жыллылық сыйымлылығы дегенимиз не?
3. c_p хәм c_v ның тийкарғы айырмашылығы неде?
4. Хаўа молекулалары неше атомлы хәм c_p / c_v қатнас молекулалардағы атомлар санына байланыслы өзгереме?
5. Жумысты орынлаўда I баллонға хаўа толтырамыз. II баллондағы хаўаны бөлме температураға шекем суўытамыз, III баллондағы хаўаны К кранын ашып шығарамыз, IV баллондағы хаўаның бөлме температурасына шекем қызыўын күтеміз. Усылар қандай процесслер хәм қалай әмелге асырылады?
6. Идеал газ ушын, егер молекулалардың еркинлик дәрежесиниң саны белгили болса, c_p / c_v қатнасты тәжирийбеде өлшеместен есаплаўға болама хәм қандай жол менен?
7. c_p хәм c_v газдың ишки энергиясы менен байланысы барма?
8. c_p / c_v қатнасты аргон, азот, суў пуўы газлары ушын есаплаңыз.

9-санлы лабораториялық жумыс

Газлардың салыстырмалы жыллылық сыйымлылықларының қатнасын турғын сес толқыны усылы жәрдемінде анықлаў

Теориялық көрсетпе. Сес толқыны бойлама толқын болып, серпимли қәсийетке ийе орталықларда тарқалады. Серпимли орталықтың қандайда көлеми сыртқы күштиң тәсиринде қысылса, яғный деформацияланса, бул қысылыў орталықтың серпимлилиги нәтийжесинде ўақыттың өтиўи менен екінши орталыққа бериледи. Сес толқыны бойлама дегенде оның тербеліў (қысылыў ямаса созылыў) бағыты тарқалыў бағыты менен бирдей болады.

Серпимли орталық дегенде бөлекшелери өз-ара серпимли байланысқан, модельди қараймыз.

Егер F күштиң тәсиринде биринши бөлекше Δt ўақыт даўамында жылысыў (қысылыў) L аралыққа бериледи яғный қысылыў бөлекшелер арасындағы серпимли күш тәсиринде тарқалады.

Енди биз усундай серпимли қәсийетке ийе газды көрейик. Мейили, бизге ерикли узынлыққа ийе сүүретте көрсетилгендей газ бағанасы берилген болсын. Газ бағанасы цилиндр формасында хәм кесе кесиминиң майданы S болсын. Газ бағанасының шеп

жағындағы шетине F күшинің тәсирінде газ бөлекшелери Δt ұақыт даўамында L аралыққа жылыссын, яғный газ бөлекшелериниң F күши бағытындағы тезлиги

$$V_0 = L/\Delta t \quad (1)$$

болады. Буның нәтийжесинде газ молекулалары тығызласады хәм бул тығызласыў усы t ұақыт даўамында бөлекшелер арасындағы серпимлилик күши тәсирінде L аралыққа шекем бериледи.

Егер биз F күши сес толқынының тәсир күши деп түсинсек Δt ұақыт даўамында сес L аралыққа барып жетеди деген сөз. Онда сестин газ бағанасы бойлап тарқалыў тезлиги

$$V_c = L/\Delta t \quad (2)$$

болады. Бул Δt ұақыт даўамында биринши деформацияның (қысылыўдың), яғный сестин аралыққа берилиўин, газ бағанасының L узынлығы F күши тәсирінде l шамаға өзгередеди яғный l/F қатнасты бағанасы узынлығының салыстырмалы өзгериўи деп түсиниў керек.

Әдетте қандайда денениң деформациясы оның бетине тәсир етип атырған F күш пенен анықланбастан бирлик бетке тәсир етип атырған күш пенен яғный

$$P = F/S \quad (3)$$

теңликтен анықланатуғын кернеў менен характерленеди. Ал деформацияның шамасы узынлықтың өзгериўи менен емес, ал узынлықтың салыстырмалы өзгериўи менен характерленеди. Бундай жағдайда Гук нызамы

$$P = l/L \text{ ямаса } P = E/l/L \quad (4)$$

түринде жазылады. Буннан (3) ти есапқа алсақ

$$P = Esl/L \quad (5)$$

екенлиги келип шығады. Бундағы E шамасы Юнг модули деп аталып, оның сан мәниси денениң узынлығының салыстырмалы өзгериўи бир бирликке ($l/L = 1$) тең болыўы ушын керек болған кернеў P ға тең болады.

Енди биз газдағы сестин тарқалыў тезлиги v_c ны газды характерлеўши переметрлер менен танысамыз. Газды F күши Δt ұақыт дауамында тәсир еткенде бул күштиң импульси

$$F\Delta t = Esl\Delta t/L \quad (6)$$

деп жазамыз. Екиншиден, F күшинің тәсирінде газ бағанасының деформацияға ушыраған L узынлығындағы барлық N бөлекше импульс алады. Егер хәр бир бөлекше массасы m , ал тезлиги v_6 болса онда $V = LS$ көлемдеги барлық бөлекшелердиң алған импульси

$$Nm v_6 = v n m v_6 = S L n m v_6 = S p l \frac{L}{\Delta t} = S l v_c \quad (7)$$

болатуғынлығы келип шығады. Механикадан күш импульси денениң импульсиниң өзгерисине тән екенлигин еске ала отырып (6) хәм (7) теңдиклерден

$$v_c^2 = \frac{E}{\rho} \rightarrow v_c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (8)$$

екенлигин табамыз.

Солай етип, серпимли орталықтағы сестің тарқалыуы тезлиги усы орталықтың серпимлилик модульиниң квадрат коренине туура, ал орталықтың тығызлығының квадрат коренине кери пропорциональ екен.

Теңликтеги кернеу басым өлшем бирлигинде өлшенеди, бундағы l хәм L узынлықларды оларға сәйкес келетуғын көлемлер арқалы аңлатсақ:

$$E = \frac{P}{\Delta V / V} \quad (9)$$

екенлиги келип шығады. Онда биз қарап атырған S кесе-кесімге ийе газ бағанасының узынлығының киши αl шамаға өзгерисине, яғный көлеминиң αW өзгерисине αP басым өзгериси туура келеди деп (9) теңликти

$$E = -\frac{\alpha P}{\alpha V / V} = -\frac{V \alpha P}{\alpha V} \quad (10)$$

деп жазыуымызға болады. Бундағы минус (-) белгиси басымының артыуына көлемниң киширейиуі сәйкес келетуғынлығын аңлатады.

Бул теңлемде биз газдың көлемге байланыслы басымның өзгерисин оның серпимлилик модульи менен байланыстырдық. Басым менен көлем арасындағы байланыс процесстиң түрине байланыслы екенлиги мәлим. Онда бизиң жағдайымызда, яғный сес толқыны газ ишинде тарқалғанда қандай процесс болса, усы процесстеги P мен V арасындағы байланысты алыуымыз керек.

Биз сес толқыны газ арқалы тарқалады дегенде газ бөлекшелериниң тығызлығының артыуын ямаса сийреклесиуін бир орыннан екінши орынға берилиуі деген едик. Сес толқыны гармоникалық тербелис екенлиги бизге мәлим. Онда биз қарап атырған газ бағанасының шеп жақтағы шетине сес толқыны тәсир етеди деген сөз, газдың усы шетине уақытқа байланыслы дәуірли түрде өзгерип туратуғын F күши тәсир етеди дегенди аңлатады. Бул күштиң тәсиринде газ бағанасының шеп жағындағы шетиндеги газ бөлекшелери уақытқа байланыслы дәуірли түрде тығызласып хәм сийреклесип турады хәм бул газ бағанасы бойлап оңға қарап бериледи. Мине усыны сестің тарқалыуы деп түсиниу керек. Демек, газ бағанасы арқалы сес толқыны тарқалғанда, оның қәлеген участкасы уақытқа байланыслы дәуірли түрде қысылып ямаса кеңейип турыуы керек екен. Бундай жағдайда температура өзгерип турады. Бирақ сестің толқыны жоқары жийиликке ийе болғанлығы ушын, берилген участка өзиниң қысылыуы ямаса кеңейиуі дауамында қоңсылас участкалар менен жыллылық алмасып үлгере алмайды, яғный бундай процессти адиабаталық деп есаплауға болады. Онда (10) теңликти басым менен көлем арасындағы байланысты табыу ушын Пуассон теңлемесинен пайдаланамыз.

$$p V^\gamma = \text{const} \quad (11)$$

Дифференциаллау арқалы

$$V^\gamma \alpha p + \gamma V^{\gamma-1} p \alpha V = 0 \rightarrow \frac{\alpha p}{\alpha V} = -\frac{\gamma p}{V} \quad (12)$$

екенлигин табамыз. Буны (10) ға қойсақ

$$E = \gamma p \quad (13)$$

Екенлиги келип шығады. Идеал газдың хал теңлемесинен $p = \rho\mu/RT$ екенлиги бизге белгили. Буны хәм (13) теги мәнисинен (8) қойсақ

$$v_c = \sqrt{\frac{\gamma R}{\mu}} \quad (14)$$

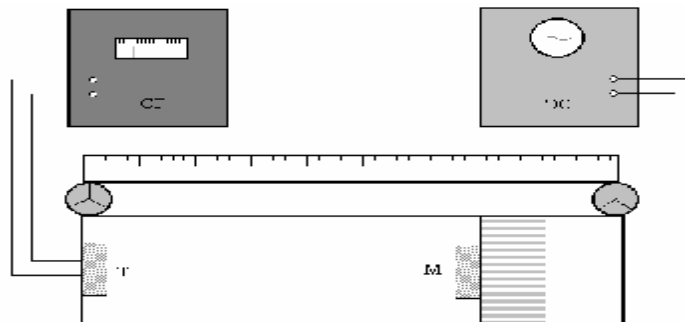
екенлиги келип шығады. Буннан салыстырмалы жыллылық сыйымлылықтарының қатнасы:

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v} = \frac{\mu}{RT} v_c^2 \quad (15)$$

болады.

Егер серпимли орталық, яғный газ ретінде хаўаны алатуғын болсақ, $\mu = 29$ г/моль, R белгили турақлы шама T бөлме температура белгили болса, (15) теңликтен γ ны анықлаўға болады. Онда бизиң тийкарғы ўазыйпамыз хаўадағы сестин тарқалыў тезлиги v_c ны анықлаўдан ибарат. Буның ушын биз турғын сес усылынан пайдаланамыз хәм ол төмендегише.

Узынлығы 1- 1,5 м болған трубаның бир шетине T телефон бекитиледи, ал екінши шетине труба ишинде жеңил қозғала алатуғын M микрофон орналастырылады (сүүретке қараңыз).



Сес генераторы жәрдеминде телефон мембранасы тербеліске келтирилип, оннан шыққан сес ишиндеги хаўада тарқалып хәм микрофон арқалы электронлық осциллографта қабыл етиледі. Телефоннан шыққан сес тиккелей микрофонда қабыл етилип қоймастан сес толқынлары бир неше рет микрофон хәм телефон бетлеринен шағылысады хәм бул толқынлар өз-ара қосылысып микрофонда жүдә қурамалы сес толқынын пайда етеді.

Егер телефон хәм микрофон аралығы ярым толқын узынлығы $\gamma/2$ ге ямаса пүтин сан n ($n = 1, 2, 3, \dots$) еселенген ярым толқын узынлығына тең болса, телефоннан шыққан хәм оның бетинен шағылысқан толқынлар өз-ара бетлесип бирин бири күшейтеді, яғный резонанс пайда болады. Буны түсиниў қыйын емес. Телефон өзинен үзликсиз түрде сес толқынларын шығарып турсын.

Телефон менен микрофон аралығын $L = \gamma/2$ болсын. Телефон мембранасынан шыққан биринши толқынның оң дәўири B ноқаттағы микрофон бетинен шағылысады. Телефон биринши толқынның терис дәўирин шығарып боламан дегенше шағылысқан оң дәўир сызығы бойынша телефонға қайтып келеді хәм оның бетинен қайтадан шағылысады. Бул шағылысқан ярым толқын телефоннан шығаратуғын екінши толқынның оң дәўири менен бетлеседі хәм бирин-бири күшейтеді.

Телефон мен микрофон аралығы $L = 2\gamma/2$ болсын.

Телефоннан шыққан биринши толқын В ноқаттағы микрофоннан шағылысады. Телефон екинши толқынды шығарып боламан дегенше микрофон бетинен шағылысқан биринши толқын телефон бетине қайтып келеди хэм оннан шағылысып толқын пайда етеди. Бул толқын телефоннан шығатуғын үшінши толқын менен бетлеседи хэм т.б.

Солай етип, телефон менен микрофон аралығы $L = n\gamma/2$ шәртин қанаатландырса, толқынлар өз-ара бирин-бири күшейтеди екен. Бундай толқынларға турғын толқынлар делinedи.

Бул теңдиктен $n=1,2,3\dots$ болғанда $L = \gamma/2, L = 2\gamma/2, L = 3\gamma/2\dots$ мәнислерине сәйкес келетуғын резонанстардың болатуғынлығы көринип тур, яғный хәр бир $\gamma/2$ узынлықтан резонанс байқалады.

Демек, еки избе-из резонанс аралығы $\Delta L = \gamma/2$ болады екен. Буны сестин тарқалыу тезлиги v_c менен байланыстырыу қыйын емес. Егер сес $\Delta L = \gamma/2$ аралықты t ўақытта өтетуғын болса, оның тезлиги $v_c = \Delta L/t$ болады.

Екинши жақтан сестин тербелиу жийилиги деп ўақыт бирлиги ишиндеги тербелислер санына айтамыз. Егер t ўақыт бирлиги даўамында тербелислер даўамында тербелислер саны n болса, тербелис жийилиги $v = n/t$ болады. Бизин жағдайымызда t ўақыт даўамында ярым яғный, $n = 1/2$ тербелис жасайды, онда

$$v = 1/2t \rightarrow t = 1/2v \text{ буннан } v_c = \Delta L 2v \quad (16)$$

екенлиги келип шығады. Бундағы v белгили, себеби сес генераторынан өзимиз беремиз, онда v_c ны анықлау ушын тәжирийбеде ΔL ди алыудан ибарат.

Жумыстың орынланыу тәртиби

Тәжирийбе өткерилетуғын қурылма сүүреттегидей болып жыйланады.

1. Оқытыушының рухсаты мен сес генераторы хэм осциллограф ток дерегине тутастырылып олардың 5-7 минут қызыуын күтемиз.

2. Сес генераторынан белгили v жийиликтеги сес толқыны бериледи. Бундағы v дин мәниси төмендегише алынады: сес толқынының хаўадағы тезлиги шама менен 300 м/с деп есаплап, труба узынлығына 4-5 ярым толқын жайласқандай жийиликти таңлап алыу керек. Буны (16)-теңдиктен пайдаланып есаплауға болады.

3. Осциллографтың «развертка» ручкасынан пайдаланып экранда қозғалмайтуғын синусойданы аламыз.

4. Микрофонды труба иши менен әстелик пенен жылыстыра отырып экрандағы синусойда амплитудасының бирден артып кететуғын аўхалын табамыз. Мине усундай қоңсылас еки резонанс аралығы L деп белгилеп аламыз. Бул труба сыртындағы шкаладан анықланады.

5. L ди өлшеп алғаннан кейин (16) теңдиктен v ди анықлаймыз. Кейин (15) арқалы g ны анықлаймыз.

6. Узынлықлары бирдей 2 м болған параллель трубалардың ишинде температуралары 300 К болған хаўа хэм болған хаўа хэм неон газлары бар. А хэм В камертонларынан бир ўақытта шыққан сеслер қандай аралықта ушырасады?

Тәжирийбе 5 рет жүргизилип төмендеги кестеге жазылады:

№	$v \Delta L$	ΔL	V_c	$\gamma = c_p / c_v$	$\Delta \alpha$	$\Delta \gamma / \gamma_{ор}, \%$
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
Орт.						

Жұмысты орындау хәм тапсырыу ушын сораулар

1. Жұмыстың орынлануы тәртиби.
2. Турғын толқын дегенимиз не хәм оны қалай анықлаймыз?
3. Бизиң тәжирийбемиздеги телефон хәм микрофон аралығы 2м болса, бул узынлықта 10 ярым толқын узынлығы жайласуы ушын сес толқынының тербелиу жийилиги қандай болуы керек?
4. Моляр жыллылық сыйымлылығы дегенимиз не?
5. Не ушын $\gamma = c_p / c_v$ шама хәм бул қатнас молекуладағы атомлар санына байланыссы?
6. Бойлама толқын дегенимиз не хәм ол қалай тарқалады?
7. Не ушын сестің тарқалуы тезлиги орталықтың серпимлигине байланыссы?
8. Неге тийкарланып сестің газде тарқалуы адиабаталық процесс деймиз?

10-санлы лабораториялық жұмыс

Қатты денениң сызықлы кеңейуи коэффициентин анықлау

Керекли эсбаплар:

1. Қатты денениң сызықлы кеңейуи анықланатуғын прибор.
2. Узынлықтары бирдей хәм 160 мм болған шийше, полат хәм алюминий стерженьлер.
3. Термометр.
4. Таза суу.

Сызықлы кеңейуи дегенде денениң берилген бағыттағы узайуы түсиниледи. Денениң қыздыруы натийжесинде узайуы оның дәслепки узынлығына, қанша температураға қыздыруымызға байланыссы хәм бул екеуиниң артыуы менен де артады.

Мысалы, дәслепки узынлығы L_1 болған денени $t_1 = 15^\circ\text{C}$ тан $t_2 = 20^\circ\text{C}$ қа қыздырғанда оның узайуы яғнай $L_2 - L_1 = 2$ см болса, ал дәслепки узынлығы $L_1^1 = 2$ см болған денени тап усиндай температураға қыздырғандағы узайуы яғнай $L_2^1 - L_1^1 = 4$ см болады. Демек узайуыдың шамасы $L_2 - L_1$ дәслепки узынлық L_1 ге пропорциональ артады екен, яғнай

$$L_2 - L_1 \sim L_1$$

Буннан тысқары берилген узынлықтағы денениң қыздыруы натийжесинде узайуы температуралар айырмасына пропорциональ артады яғнай қанша көбирек температураға қыздырсақ сонша көбирек узайады.

Солай етип t_1^0 тағы узынлығы L_1 болған қандайда денени t_2^0 қа қыздырғандағы узынлығы L_2 болса, онда узайуыдың шамасы

$$L_2 - L_1 \sim L_1(t_2 - t_1)$$

болады екен. Буннан теңдик белгиге өтиу ушын пропорциональлық коэффициентини α ны киритемиз, яғнай

$$L_2 - L_1 = \alpha L_1(t_2 - t_1)$$

болады. Буннан

$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1(t_2 - t_1)} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{(n_2 - n_1)0,01\text{мм}}{L_1(t_2 - t_1)}$$

екенлиги келип шығады хәм буған қатты денениң сызықлы кеңейіу коэффициенті делинеди. Егер денени 1°C қыздырсақ, яғный $t_2 - t_1 = 1^\circ$ болса, онда

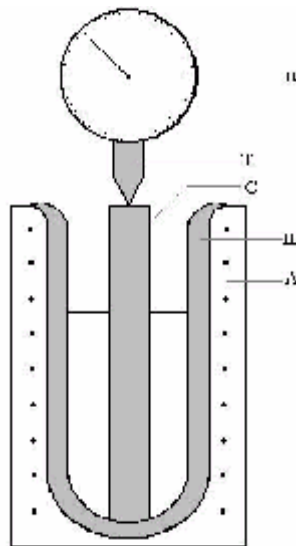
$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_1}.$$

Демек денениң сызықлы кеңейіу коэффициенті деп денени 1°C қа қыздырғандағы оның ұзынлығының өзгерісіннің дәслепки ұзынлығына қатнасы менен анықланатуғын шамаға айтылады екен.

(1)-формуладағы $(L_2 - L_1)/L_1$ шама денениң салыстырмалы ұзайыуы делинеди бул дәслепки ұзынлық L_1 ға ғәрезсиз тек ғана денениң өзіннің қәсийетине байланыслы болады.

Сонлықтанда хәр бир дене өзіннің сызықлы кеңейіу коэффициентине ийе.

Сызықлы кеңейіу коэффициентін анықлаудағы ең қыйыны ұзынлықтың өзгеріуі $L_2 - L_1 = \Delta L$ ди дәл анықлау, себеби бул көпшилик денелер ушын киши шама. Қатты денениң сызықлы кеңейіу коэффициенті суўретте көрсетилген прибор жәрдемінде анықланады.



Прибор, электр ток жәрдемінде қыздырылатуғын спиралы бар цилиндр формасындағы А корпустан турады. Цилиндрлик корпустың ортасына ишінде суўы бар Ш шише приборка орналастырылған. Суўдың температурасы термометр жәрдемінде өлшенеди. Суўдың ишине сызықлы кеңейіу коэффициенті анықлауы керек болған стержень С түсіриледи хәм бул стерженнің жоқарғы төбесине И индикатордың қозғалмалы Т стержени тирелип қойылады. Индикатор бул жерде ұзынлықтың өзгеріуін өлшеуі әсбап ретінде

қолланылады. Индикатор шкаласының хәр бир бөлеги узынлықтың 0,01 миллиметрге өзгеріуіне сәйкес келеди.

Жумысты ислеу тәртиби

Дәслепки комнаталық t_1 температурадағы узынлықлары бирдей хәм L_1 мм болған шийше, полат хәм алюминий стерженьлері берилген. Усы стерженьлердің сызықлы кеңейіу коэффициентлерин анықлау керек.

Буның ушын шийше пробиркаға, жоқарғы ернегине 4-5 см қалғанша салқын суу қуямыз. Суудың температурасын термометр жәрдемінде өлшеп, оны t_1 белгилеп аламыз. Кейин усы суудың ишине сызықлы кеңейіу коэффициенти анықланыуы керек болған стерженди түсиремиз. Стерженьнің комнаталық t_1 температурадағы узынлығын L_1 деп аламыз хәм бул бизге белгили, 160 мм ге тең стерженьнің жалпақ төбесине индикатордың қозғалмалы стержени T ны тийгизип (тиреп) қоямыз. Усы ўақыттағы индикатор стрелкасының көрсетилиуін жазып аламыз. Айтайық n_1 болсын дейик. Кейин әспапты ток көзине тутастырып пробирка ишиндеги суу қайнағанша күтеміз. Суудың 100°C да қайнайтуғынлығы бизге белгили, онда $t_1 = 100^\circ\text{C}$ деп аламыз. Усы температурадағы индикатор стрелкасының көрсетіуін жазып аламыз, бул n_2 болсын. Онда стерженнің узайыуы

$$\Delta L_2 = L_2 - L_1 = (n_2 - n_1) \cdot 0,01 \text{ мм.}$$

болады. Бул мәнисти (1) формулаға қойып (L_1 , t_1 , t_2 лер бизге белгили) берилген стержень ушын α ны анықлаймыз.

Тәжирийбени үш рет тәкирарлау керек. Бундағы тийкарғы узыйпа n_2 ны үш рет анықлаудан ибарат. Себеби L_1 үш жағдай ушында бирдей деп есапланылады. Бундай болыуды дәслепки t_1 температурада L_1 узынлық анық өлшенеди хәм берилген стерженьде үш рет өлшеу өткерилип болынбағанша приборға тиймеу керек.

Тийкарғы қәтелик t_2 температураға сәйкес келетуғын узынлықты (n_2 ниң мәнисин) өлшеудеги жиберилетуғын қәтеликтен ибарат. Себеби пробиркадағы суудың қайнауын бақлау нәтийжесінде анықланатуғын болғанлықтан, оның температурасы дәл 100°C болмауы мүмкин n_2 ның мәнисин үш рет анықлау ушын төмендегидей ислеу керек.

Пробиркадағы суу қайнаудан n_2 ны анықлап тез әспапты ток көзине ажыратыу керек (сууды қайнатып қоя бермеу керек). Кейин шама менен 10 минуттай ўақыт даўамында прибордың сууыныуына мүмкиншилик беремиз. Кейин тағы да ток көзине тутастырып суу қайнаудан екінши рет n_2 анықланады. Буннан кейин үшінши рет тап усындай етип n_3 мәниси анықланады. Берилген стерженьде үш рет өлшеу өткерип болғаннан кейин приборды дерлик комнаталық температураға шекем сууытыу керек. Кейин пробирка ишиндеги стерженди сызықлы кеңейіу коэффициенти белгисиз екінши бир стержень менен алмастырып барлық тәжирийбе қайталаныуы керек.

Алынған жуўмақлар төмендеги кестеге көширилсин.

№	n_1 , мм	n_2 , мм	ΔL_1 , мм	α , град ⁻¹	$\Delta\alpha$, град ⁻¹	$\frac{\Delta\alpha}{\alpha} \cdot 100\%$
1. Полат						
2.						
3.						
Орташа						
Шийше						
1.						
2.						
3.						

Орташа						
Алюминий.						
1.						
2.						
3.						
Орташа						

Жұмысты іслеу хәм тапсырыу үшін сораулар

1. Жұмысты іслеу тәртіби қандай?
2. Денениң сызықлы кеңейіу коэффициенті дегеніміз не?
3. Не үшін α , $(L_2 - L_1)/L_1$ шама менен характерленеди, узайуу $L_2 - L_1$ менен характерленгенде болмас па еди?
4. Стерженниң сызықлы кеңейіу коэффициентин анықлауда өткерилетуғын тәжійрибе де оның 2-3 см болған суудың үстінде қалады. Бул α ны анықлауда қандай қәтеликке алып келиуі мүмкин.
5. $t = 10^0\text{C}$ температурадағы узынлықлары $L_1 = 20$ см, $L_1^1 = 40$ см болған еки стержень өз-ара ізбе-із бириктирилген, булардың сәйкес көлемге кеңейіу коэффициентлери $\alpha_1 = 3 \cdot 10^{-5}$ 1/град хәм $\alpha_2 = 1,5 \cdot 10^{-5}$ 1/град болсын. Усы дәслепки узынлығы $L_2 = L_1 + L_1$ болған стерженди $t_2 = 100^0$ қа қыздырсақ L_2 қандай болады. ($L_2 = 16$ см = 160 мм).

11-санлы лабораториялық жұмыс

Муздың ериу жыллылығын анықлау

Керекли әсбаплар: калориметр, термометр, ысытылған суу, муз, тәрези.

Кристалл денелердің аморф денелерден тийқарғы айырмашылығының бири олар белгили ериу температурасына ийе. Кристалл дене хәм оның еритпесинен туратуғын системасының температурасы толық ерип болғанша өзгермейди. Мине усындай кристаллардың бири муз. Егер салқын жерден ишинде муз бар сууды жыллы жайдың ишине алып барсақ, муз толық ерип болғанша суу температурасы өзгермейди хәм 0^0C болады. Суу хәм муздан ибарат система сырттан жыллылық алады, бирақ соған қарамастан температура өзгермейди. Сырттан жыллылық алғанлығы себепли системаның ишки энергиясы артады. Сырттан берилген жыллылықты муз жутып ол сууға айланады, онда музға салыстырғанда суудың ишки энергиясы көп деген сөз.

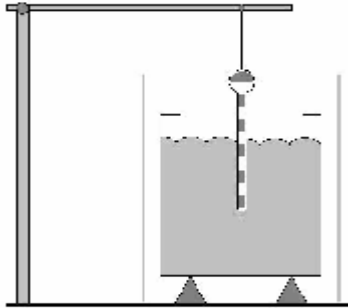
Системаның ишки энергиясы, оны дүзиуши молекулалардың тәртипсиз қозғалысының кинетикалық энергиясы менен олардың өз-ара тәсирлесіуиниң потенциал энергиясының қосындысына тең екенлиги мәлим. Тәртипсиз қозғалыстың кинетикалық энергиясы тек ғана температураға байланысly, онда муз хәм суудың молекулаларының кинетикалық энергиялары өз-ара тең себеби екеуі үшін 0^0C . Демек муз хәм суудың хәр қыйлы ишки энергияларға хәр қыйлы болыуы менен байланысly хәм муздың тәртипли жайласқан молекулаларының потенциал энергиялары суудың тәртипсиз жайласқан молекулаларының потенциал энергияларынан киши болады екен.

Муздың бирлик массасын өзиниң ериу температурасында сууға айландырыу үшін керек болған жыллылық муғдарына оның салыстырмалы ериу жыллылығы деп аталып, кал/г ямаса ккал/кг ларда өлшенеди. Егер керисинше суу музға айланатуғын болса, онда усындай жыллылықты бөлип шығарады. Муздың салыстырмалы ериу жыллылығын калориметр жәрдемінде анықлауға болады.

Буның үшін калориметрге белгили массадағы хәм температурадағы суу қуйып, оның ишине массасы белгили, ерий баслаған музды саламыз. Кейин муз толық ерип болғанша күтип ерип болғаннан кейин суу белгили бир кейинги температураға ийе болады.

Энергияның сақланыуы нызамын еске ала отырып жыллылық балланысының теңлемесін дүзип, буннан муздың салыстырмалы ериу жыллылығын анықлаймыз.

Биз бул процессти бир неше этапларға бөлип ең улыўма жағдайды көремиз.



1. Мейли муздың температурасы 0°C дан төмен хәм t_3 болсын. Онда муз t_3 тен 0°C ға қызғанша Q жыллылық алады:

$$Q_1 = c_0 m_2 t_3 \quad (1)$$

болады. Бунда m_2 муздың массасы, ал c_0 оның салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы.

2. Массасы m_2 болған муз 0°C да толық ерип болыуы ушын

$$Q_2 = m_2 \lambda \quad (2)$$

жыллылық алады. Бундағы λ муздың салыстырмалы ериу жыллылығы.

3. Муздан хасыл болған суў 0°C дан t_2 ге шекем қызады, буның ушын

$$Q_3 = c_1 m_2 t_2 \quad (3)$$

жыллылық алады. Бунда c_1 суўдың салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы.

Онда барлық алынған жыллылық төмендегише болады:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = m_2 (c_0 t_3 + \lambda + c_1 t_2). \quad (4)$$

Бул жыллылықларды калориметр хәм оның ишиндеги суўдан алады. Нәтийжеде суў калориметр менен бирликте дәслепки t_1 температурадан t_2 ге өзгереді.

4. Массасы m_2 болған суў t_1 ден t_2 ге өзгергенде

$$Q_4 = c_1 m_1 (t_1 - t_2) \quad (5)$$

жыллылық береді.

5. Массасы m болған калориметр t_1 ден t_2 ге өзгергенде

$$Q_5 = cm(t_1 - t_2) \quad (6)$$

жыллылық береді. Бунда c - калориметрдің салыстырмалы жыллылық сыйымлылығы.

Солай, етип берилген жыллылық төмендегише анықланады:

$$Q_4 + Q_5 = (c_1 m_1 + cm)(t_1 - t_2). \quad (7)$$

Энергияның сақланыуы нызамына муўапық алынған жыллылық – берилген жыллылыққа тең яғный (4) хәм (7) теңликлерден төмендегилер келип шығады:

$$m_2(c_0t_3 + \lambda + c_1t_2) = (c_1m_1 + cm)(t_1 - t_2).$$

Буннан

$$\lambda = [(c_1m_1 + cm)(t_1 - t_2) - m_2(c_0t_3 + c_1t_2)]/m_2$$

аңлатпасы келип шығады.

Егер ерий баслаған музды алсақ $t_3 = 0^{\circ}\text{C}$ болады. Онда муздың салыстырмалы ериу жылылығын анықлау формуласы төмендегіше болады:

$$\lambda = [(c_1m_1 + cm)(t_1 - t_2) - m_2c_1t_2]/m_2 \quad (8)$$

Жұмысты іслеу тәртіби

Жұмысқа арналған үскене сұретте көрсетілген.

1. Калориметрдің ишки ыдысын тәрзиде өлшеп массасын m деп аламыз. Кейін усы ыдысқа $2/3$ муғдарында жыллы суу куйып тәрзиде өлшеп массасын M деп белгилеп, онда куйылған суу массасы $m_1 = M - m$ болады.

2. Сууы бар ишки ыдысты калориметрге орналастырып термометр жәрдемінде суу температурасын өлшеп t_1 деп аламыз. Кейін ерий баслаған бир бөлек муз алып, сыртындағы ериген сууды сорығыш пенен курғатып калориметрге саламыз. Музлы сууды термометр жәрдемінде араластыра отырып муздың толық ерип болууын күтеміз. Муз ерип болғаннан кейін суу белгили бир температураны қабыл етип оны t_2 деп аламыз.

3. Ишки ыдысты сууы менен тағы тәрзиде өлшеп M_1 деп аламыз. Онда ериген муз массасы $m_2 = M_1 - M$ болады.

Тәжирийбеде m , m_1 , m_2 , хәм t_1 , t_2 лер анықланғаннан кейін (8) формуладан λ ни анықлаймыз.

Тәжирийбе 5 рет өткерилсин хәм алынған нәтийжелер кестеге жазылсын.

№	m	m_1	m_2	t_1	t_3	t_3	λ	$\Delta\lambda$	$\Delta I / I_{op}\%$
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
орташа									

Жұмысты орынлау хәм тапсыруу үшін сораулар

1. Ериу хәм қатыу процесслерин түсиндириң.
2. Не үшін кристалл денелер еригенде температура турақлы болады?
3. Музлы суу 0°C температураға ийе. Егер массалары теңдей муз хәм суу алсақ, қайсысының ишки энергиясы (энергия запасы) көбирек болады хәм себеби неде?
4. Кристалл денениң салыстырмалы ериу жылылығы дегенимиз не?
5. Сыртқы орталық пенен жыллылық алмаспайтуғын жыллылық сыйымлылығы 0 ге тең ыдыстың ишинде 20°C температурадағы 500 г суу бар. Ол температурасы 10°C болған неше грамм музды ерите алады?
6. Бөлмедеги 27°C температурадағы 100 г қорғасынды еритиу үшін қанша жыллылық керек? ($c=0,03$ кл/г, $t= 327^{\circ}\text{C}$)

Температурасы 500°C болган 100 г алюминий парашюти 0°C дагы 100 г муз бенен араластырылды. Кейинги температураны табың. $c = 0,22$ кал/г.

Пайдаланылган адабиятлар

1. Э.Н.Назирова, З.А.Худойбергенова, «Механика ва молекуляр физикадан амалий машғулотлар», «Ўзбекистон». 2001.
2. Л.Л.Гольдин. Руководство к лабораторным занятиям по физике, «Наука», М., 1973.
3. В.И.Иверонова. Физикадан практикум «Механика ва молекуляр физика», «Ўқитувчи». М., 1979.
4. М.Хайдарова, У.Назаров «Физикадан лаборатория ишлари», Т., «Ўқитувчи» 1989.
5. Б. М.Яворский, А.А.Пинский, Основы физики. Москва, «Наука», 1981.
6. А.К.Кикоин, И.К.Кикоин. «Молекуляр физика», Т. «Ўқитувчи», 1978.
7. Т.Саидмуродов, «Молекуляр физикадан практикум», Т. «Ўқитувчи», 1987.
8. В.И.Агапов, Г.В.Максютин, Лабораторный практикум по физике, М., Высшая школа, 1982.
9. Е.М.Гершензон, Н.Н.Малов, Лабораторный практикум по общей физике, М., Просвещение, 1985.
10. И.В.Савальев. Курс общей физики, «Наука», М., 1986-1987. 1-3 т.