УДК: 378.046
DOI 10.33514/1694-7851-2025-3/2-313-319

Тилек кызы Э.
аспирант
И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университети
Бишкек ш.
Акбеков Т.М.
физика-математика илимдеринин кандидаты, доцент
И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университети
Бишкек ш.
takbekov@listl.ru

ГАЗДАРДАГЫ ЖАНА СУЮКТУКТАРДАГЫ ЖЫЛУУЛУК ӨТКӨРҮМДҮҮЛҮКТҮН КЭЭ БИР УЧУРЛАРЫ

Аннотация. бул изилдөөдө мектеп жана лицейлердин окуучуларына жылуулук өткөрүү жана жылуулук алмашуу процесстери жөнүндө билим берүүнүн себептери жана ыкмалары изилденди. Изилдөөнүн жүрүшүндө системалуу жылуулук алмашуу түрлөрү, жылуулук алмашуу элементтерин жарык берүү ыкмалары изилденген. Ошондой эле билим берүү технологияларында жана диаграммаларда жылуулук берүүнүн түрлөрүнүн жалпы жана ар кандай аспектилерин түшүндүрүү маселеси талкууланды. Ошондой эле жылуулук өткөрүү жана жылуулук берүү боюнча маалыматтардын формулаларын жана колдонуу чөйрөлөрүн ачуу жылуулук өткөрүү жана жылуулук берүү менен байланышкан бул кубулуштарды терең изилдөөдө практикалык жардам көрсөтө алат.

Суюктуктардын жылуулук өткөрүмдүүлүгү, бул иште жазылгандай, үч негизги багытты көрүүгө болот:

1. Статистикалык физиканын жардамы менен кинетикалык коэффициенттерди эсептөө;
2. Жылуулук кыймылынын моделдерин жана өткөрүп берүү механизмдерин колдонуу;
3. Жарым эмпирикалык мамиле.

Тарыхый жактан алганда, статистикалык физика аппаратын колдонуу менен жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициентин эсептөөнүн биринчи аракети Энскогдун ишин кароого болот.

Экинчи багыт жылуулук кыймылынын мүнөзү жана өткөрүп берүү механизмдери жөнүндө моделдик мүнөздөгү ар кандай түшүнүктөрдү колдонот.

Үчүнчү багытты карап көрөлү – суюктуктун жылуулук өткөрүмдүүлүгүн эсептөөнүн жарым эмпирикалык ыкмалары каралган.

Негизги сөздөр: окутуу ыкмалары, жылуулук өткөрүү, жылуулук алмашуу процесси, термодинамиканын элементтери, билим берүү технологиясы, статистикалык физика, кинетикалык коэффициент, кыймыл моделдери, эмпирикалык маселе.

Тилек кызы Э.
аспирант
Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева
г. Бишкек
Акбеков Т.М.

кандидат физико-математических наук, доцент
Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева
г. Бишкек

НЕКОТОРЫЕ СЛУЧАИ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ В ГАЗАХ И ЖИДКОСТЯХ

Аннотация. В этом исследовании изучались причины и методы обучения школьников и старшеклассников процессам теплопередачи и теплообмена. В ходе исследования были изучены виды системного теплообмена, методы освещения теплообменных элементов. Также обсуждался вопрос объяснения общих и различных аспектов типов теплопередачи в образовательных технологиях и диаграммах. Кроме того, раскрытие формул и областей применения данных о теплопередаче и теплопередаче может оказать практическую помощь в углубленном изучении этих явлений, связанных с теплопередачей и теплопередачей. Теплопроводность жидкостей, как описано в этой работе, можно увидеть в трех основных областях:

1. Расчет кинетических коэффициентов с использованием статистической физики;
2. Использование моделей теплового движения и механизмов передачи;
3. Полуэмпирический подход. Исторически первой попыткой вычисления коэффициента теплопроводности с использованием аппарата статистической физики можно считать работу энскога. Второе направление использует различные концепции модельного характера о природе теплового движения и механизмах передачи. Рассмотрим третье направление-полуэмпирические методы расчета теплопроводности жидкости.

Ключевые слова: методы обучения, теплопередача, процесс теплообмена, элементы термодинамики, образовательные технологии, статистическая физика, кинетический коэффициент, модели движения, эмпирическая задача

Tilek kizi E.
graduate student
Kyrgyz state university named after I. Arabaev
Bishkek c.
Akbekov T.M.
candidate of physical and mathematical sciences, associate professor
Kyrgyz state university named after I. Arabaev
Bishkek c.

SOME CASES ARE THERMAL CONDUCTIVITY IN GASES AND LIQUIDS

Abstract. This study investigated the causes and methods of teaching schoolchildren and high school students the processes of heat transfer and heat exchange. In the course of the study, the types of system heat exchange and lighting methods of heat exchange elements were studied. The issue of explaining the general and different aspects of heat transfer types in educational technologies and diagrams was also discussed. In addition, the disclosure of formulas and applications of heat transfer and heat transfer data can provide practical assistance in an in-depth study of these phenomena related to heat

transfer and heat transfer. The thermal conductivity of liquids, as described in this paper, can be seen in three main areas:

1. Calculation of kinetic coefficients using statistical physics;
2. Using models of thermal motion and transmission mechanisms;
3. Semi-empirical approach. Historically, the first attempt to calculate the coefficient of thermal conductivity using the apparatus of statistical physics can be considered the work of Enskog. The second direction uses various model-based concepts about the nature of thermal motion and transmission mechanisms. Let us consider the third direction-semi-empirical methods for calculating the thermal conductivity of a liquid.

Key words: teaching methods, heat transfer, heat exchange process, elements of thermodynamics, educational technologies, statistical physics, kinetic coefficient, motion models, empirical problem.

Окуучулардын термодинамиканын элементтери жөнүндө түшүнүктөрүн калыптандыруу белгилүү бир кыйынчылыктарга алып келет. Анткени термодинамикалык процессте бир эле учурда бир нече параметрлер (P, V, T, E) өзгөртүлөт. Бирок, бул бөлүмдү терең изилдөө физиканын башка тармактарынын табиятын түшүнүүгө негиз берет. Ошондуктан окуучуларга термодинамиканын элементтерин толук калыптандыруу маанилүү. Бүгүнкү күндө эң тез өнүгүп жаткан тармактардын бири - салттуу эмес энергия булактарын колдонуу. Окуучулардын бул жааттагы практикалык иштерге катышуусу үчүн жылуулук процесстери жөнүндө кошумча билимге ээ болуу маанилүү [1, 3, 8].

Жылуулук өткөрүмдүүлүктү изилдөө -бул катуу, суюк жана газ түрүндөгү нерселерде жылуулуктун таралуу процесстерин карайт. Бул процесстер өзүнүн физикалык жана механикалык табияты боюнча өтө ар түрдүү, өтө татаал жана адатта гетерогендик кубулуштардын бүтүндөй комплекси катары өнүгөт.

Жылуулук берүү үч жол менен ишке ашырылышы мүмкүн: жылуулук өткөрүмүүлүк, конвекция жана нурлануу. Бул формалар өзүнүн табияты боюнча терең айырмаланып, ар кандай закондор менен мүнөздөлөт [3, 5].

Суюктук же газ катмарлары аркылуу энергияны өткөрүп берүүнүн аркасында пайда болгон жылуулук алмашуу конвекция деп аталат. Конвекциянын эки түрү бар: табигый жана аргасыз конвекция

Табигый конвекция - өзүнөн-өзү муздатуу, жылытуу, жылдыруу.

Конвекция суюктуктарда жана газдарда гана болушу мүмкүн, анткени ал жерде гана архимеддики күч пайда болот. Суюктуктар жана газдар төмөндөн ысытылат, анткени алардын жылуулук өткөрүмдүүлүгү начар. Суюктуктун (газдын) ысык катмарларында тыгыздык азайып, алар жогору көтөрүлүп, муздакка жол беришет. Катмарлардын айлануусу ("тегерек кыймыл") пайда болот. Анткени, бул түртүүчү (Архимед) күч жылуулук, ошондуктан азыраак тыгыз суюктуктардын жана газдардын катмарларынын "көтөрүлүшүнүн" себеби болуп саналат. Төмөнкү суу катмарларынын ички энергиясы анын үстүнкү катмарлары ысыганда дээрлик өзгөрбөйт. Демек, жылуулук өткөрүмдүүлүк суюктуктун ички энергиясынын өзгөрүшүнүн негизги себеби эмес (жана энергия өзгөрөт – анткени суу жогорку катмарларда кайнайт!). Турак жайларды жылытуу жана муздатуу конвекция кубулушуна негизделген. Ошентип, муздатуучу аппараттар табигый конвекцияны жүргүзүү үчүн шыпка жакыныраак, жогору жагында

жайгашканы акылдуулукка жатат. Жылыткыч приборлор түбүндө жайгашкан. Катуу заттарда конвекция болбойт, анткени алардын бөлүкчөлөрү көп кыймылдабайт. Конвекциянын көптөгөн көрүнүштөрүн жаратылышта жана адамдын жашоосунда табууга болот. Конвекция техникада да колдонулат.

Бул жерде жылуулук берүүнүн дагы бир түрү – радиация жүргүзүлөт. Бардык денелер энергия бөлүп чыгарат: адамдын денеси, меш, электр лампасы. Дененин температурасы канчалык жогору болсо, анын жылуулук нурлануусу ошончолук күчтүү болот. Ойлуу студентте, албетте, буга чейин эле суроо пайда болгон: "Бирок эгер дене тынымсыз энергия чачып турса, анда ал энергияны сарптап, абсолюттук нөл температурасына чейин муздашы керек. Бирок, бул байкалган жок. Эмне үчүн?"Чындыгында, бүт дене энергиянын нурлануусу менен бирге курчап турган денелер чыгарган жылуулук энергиясын сиңирип алат. Жылуулук нурлануусунун мыйзам ченемдүүлүктөрүн изилдөө үчүн жылуулук кабылдагыч колдонулат.

Мисал катарында резина түтүк менен металл кутуга туташтырылган суюктук манометр. Кандайдыр бир орган тарабынан чыгарылган жылуулук энергиясы, жылуулук кабылдагычтын кутусуна сиңет. Коробкадагы жана резина түтүктөгү аба ысыйт, анын басымы жогорулайт жана Манометрдин суюктук мамычасы жылат. Кызытуучу лампаны жылуулук кабылдагычтан 15-20 см аралыкта жайгаштырабыз. Абанын жылуулук өткөрүмдүүлүгү чоң эмес, лампадан конвективдүү аба агымдары жогору көтөрүлөт. Ошентип, жылытылган спираль менен жылуулук кабылдагычтын ортосундагы жылуулук алмашуу радиациянын аркасында гана жүргүзүлөт. Мындан тышкары, кара түстөгү беттер жарык бети бар нерселерге караганда энергияны жакшы сиңирип, бөлүп чыгарат.

Жылуулукту өткөрүү процесси түздөн-түз байланышкан нерселердин же ар кандай температурадагы нерсе бөлүкчөлөрүнүн ортосунда жүрөт. Бир тектүү жана изотроптук нерселердин жылуулук өткөрүмдүүлүгү жөнүндөгү окуу теориялык негизге таянат. Ал жөнөкөй сандык закондорго негизделген жана жакшы иштелип чыккан математикалык аппаратка ээ. Жылуулук өткөрүмдүүлүк, Заманбап физиканын көз карашы боюнча, жылуулукту берүүнүн молекулярдык процес.

Нерсени ысытканда анын молекулаларынын кинетикалык энергиясы көбөйөрү белгилүү. Нерсенин көбүрөөк ысытылган бөлүгүнүн бөлүкчөлөрү, башаламан кыймыл учурунда коңшу бөлүкчөлөр менен кагылышып, кинетикалык энергиясынын бир бөлүгүн беришет. Бул процесс акырындык менен бүт нерсеге жайылат. Жылуулук өткөрүмдүүлүк менен жылуулук берүү нерсенин физикалык касиеттерине, анын геометриялык өлчөмдөрүнө, ошондой эле нерсенин ар кайсы бөлүктөрүнүн ортосундагы температуранын айырмасына жараша болот. Нерселерде жылуулук өткөрүмдүүлүк берүүнү аныктоодо иш жүзүндө дагы канааттандырарлык чечилген эмес, белгилүү кыйынчылыктар бар. Бул кыйынчылыктар жылуулук процесстери гетерогендүү чөйрөдө өнүгөт, анын касиеттери температурага көз каранды жана көлөмү боюнча өзгөрөт.

Коюлган иштин максаты:

Билим берүү: окуучулардын жылуулук өткөрүү, конвекция, нурлануу жөнүндө билимдерин калыптандыруу; жылуулук өткөрүү, конвекция, нурлануу түшүнүктөрүнүн аныктамасын түзүү; жылуулук берүүнүн бул түрлөрүнүн механизмин аныктоо; жылуулук берүүдө кайсы агрегаттык абалдар катышат, кайсы заттардын кайсынысы көбүрөөк, кайсынысы азыраак жылуулук

өткөрүмдүүлүккө ээ экендигин аныктоо; алган билимдеринин практикалык колдонулушун түшүндүрүү (жылуулук өткөрүү, конвекция, нурлануу).

Өнүктүрүү: эстутумду, логикалык ой жүгүртүүнү өнүктүрүү, салыштыруу, жалпылоо, өз алдынча жыйынтык чыгаруу жөндөмдүүлүгү; сүйлөө ишмердүүлүгүн өнүктүрүү; өз алдынча иштөө жөндөмдүүлүгү

Тарбиялык: тапшырмаларды аткарууда тыкандыкка жана тактыкка тарбиялоо; өз алдынчалуулук жана өзүн өзү башкара билүү; окуу эмгегинин маданиятын калыптандыруу; предметке туруктуу таанып-билүүчүлүк кызыгууну калыптандырууну улантуу.

Газдардын жылуулук өткөрүмдүүлүгү.

Диаметри d болгон катуу сфералык молекуладан турган идеалдуу газ үчүн газдардын кинетикалык теориясына ылайык, төмөнкү туюнтма колдонулат

$$\lambda = \frac{1}{3}\rho c_v V l$$

ρ -газдын тыгыздыгы, c_V - туруктуу көлөмдө газ массасынын бирдигинин жылуулук сыйымдуулугу, V-молекулалардын кыймылынын орточо ылдамдыгы

Мындан тышкары, жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти λ жана η илешкектүүлүгү $\lambda = \frac{5}{2}\eta c_V$ катышы менен байланышкан: Эгерде көп атомдуу молекулалардан турган газ болсо, Анда λ молекулалардын ички эркиндик даражалары менен берилип, бул катыш $\lambda = \eta c_V[(9\gamma - 5) / 4]$ эске алынат:

Чыныгы газдарда жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти температуранын жана басымдын бир кыйла татаал функциясы жана T жана P мааниси менен жогорулайт. Газ аралашмалары үчүн аралашма компоненттеринин жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти көбүрөөк же азыраак болушу мүмкүн, башкача айтканда, жылуулук өткөрүмдүүлүгү кошулмалардын сызыктуу функциясы эмес.

Суюктуктун жылуулук өткөрүмдүүлүгү.

Суюктуктардын жылуулук өткөрүмдүүлүк теориясын изилдөөдө үч негизги багытты көрүүгө болот:

1. Статистикалык физиканын жардамы менен кинетикалык коэффициенттерди эсептөө [5, 7].
2. Жылуулук кыймылынын моделдерин жана берүү механизмдерин колдонуу.
3. Жарым эмпирикалык мамиле.

Бул багыттардын биринчисин карап көрөлү.

Тарыхый жактан алганда, статистикалык физика аппаратын колдонуу менен жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициентин эсептөөнүн биринчи аракети Энскогдун ишин кароого болот. Энскогдун теориясында молекулалардын катуу шар модели колдонулат, ал молекулалардын жуп соккуларын гана эске алуу менен чектелүүгө мүмкүндүк берет жана Больцман кинетикалык теңдемесинин схемасын колдонот.

Экинчи багыт жылуулук кыймылынын мүнөзү жана өткөрүп берүү механизмдери жөнүндө моделдик мүнөздөгү ар кандай түшүнүктөрдү колдонот. Ошентип, мисалы, суюктуктун тор

модели негиз болгон жумуштардын тобу бар. Буларда молекулалардын жылуулук кыймылы, негизинен, квазикристаллдык "клеткалардагы"убактылуу теӊ салмактуулук абалынын айланасындагы термелүү кыймылдарына чейин азаят деп болжолдонууда. Буга ылайык, жылуулуктун берилиши термелүүчү коӊшу молекулалар түздөн-түз "кагылышканда" энергия алмашуу жолу менен жүрөт деп болжолдонууда.

Суюктуктун жылуулук өткөрүмдүүлүгүн формула боюнча эсептөө сунушталат

$$\lambda = \frac{2\nu_{\kappa} c_V}{a_{кол}}$$

ν_k-термелүүнүн жыштыгы, $a_{кол}$-термелүүнүн амплитудасы,

Андан ары катуу заттар үчүн Дебай теориясына окшош суюктуктардагы жылуулук кыймылынын термелүү мүнөзү жөнүндө түшүнүк колдонулган эмгектерди карап көрөлү, мында жылуулук берүү чөйрөнүн гиперакустикалык термелүүсү (фонондор) аркылуу ишке ашырылат. Бул жерде суюктуктун жылуулук өткөрүмдүүлүгү катыш катары көрсөтүлөт:

$$\lambda = \frac{1}{3} U_{ф} \cdot \rho \cdot l_{ф}$$

$U_ф$-үн ылдамдыгы, $l_ф$ - орточо эркин жол узундугу,
ρ-тыгыздыгы.

Суюктуктар үчүн формуланы 1914-жылы Л. Бриллиюэн сунуштаган.
Үчүнчү багытты карап көрөлү – суюктуктун жылуулук өткөрүмдүүлүгүн эсептөөнүн жарым эмпирикалык ыкмалары.
А. Миснардын [7] ишинде Дебайдын жылуулук өткөрүмдүүлүк формуласынын негизинде :

$\lambda \sim \rho\, U_ф\, C_V \cdot \ell_ф$,

Катуу заттагы үндүн ыламдыгы үчүн болжолдуу формулага окшош $U_{ф.тв} \approx \sqrt{\frac{T_{пл.}}{M}}$

А. Миснар суюктуктагы үндүн ылдамдыгын $T_{кип}$ жана ρ аркылуу сунуш кылган, башкача айтканда

$$U_{ф.тв} \approx \sqrt{\frac{T_{кип.}}{\rho}}$$

Бирок, эксперимент менен дал келүү бир кыйла олуттуу
эсептөө менен айырмачылык; молекуладагы атомдордун саны бирдей болгондо, суюктуктун илешкектүүлүгү ошончолук көп болот

Корутунду.

Бул илимий иште суюктуктардын жана газдардын жылуулук өткөрүмдүүлүгү каралды.

Жалпысынан алганда, жылуулук өткөрүмдүүлүк коэффициенти λ
атмосфералык басымдагы кээ бир газдар, суюктуктар жана катуу заттар үчүн заттын агрегациялык абалына жараша болот .Суюктуктардын жана газдардын жылуулук

өткөрүмдүүлүгү жөнүндө китептерде бардык газдар жана суюктуктар үчүн берилген жана эсептелинген.

Суюктуктардын жылуулук өткөрүмдүүлүгү, бул иште жазылгандай, үч негизги багытты көрүүгө болот:

1. Статистикалык физиканын жардамы менен кинетикалык коэффициенттерди эсептөө;
2. Жылуулук кыймылынын моделдерин жана өткөрүп берүү механизмдерин колдонуу;
3. Жарым эмпирикалык мамиле.

Бул багыттардын көпчүлүгү мурунку изилдөөчүлөрдүн эмгектеринин негизинде көптөгөн окумуштуулар жасашкан жана ар бири салым кошуп келишкен.

Колдонулган адабияттар:

1. Saidov, Q. S., Bekmurodova, M. B. The problem of teaching heat transfer and heat exchange in schools and lyceums // Journal NX – A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal. – 2020. – Т. 6, № 9. – С. 176–183.
2. Кобилов, Б. Б., Насырова, Н. К. Особенности изучения физики в вузах // Вестник науки и образования. – 2020. – № 18 (96). – Ч. 2. – С. 52–55.
3. Dzhuraev, D. R., Turaev, A. A. Features of key parameters of field transistors // Scientific Reports of Bukhara State University. – 2020. – № 2. – С. 7–10.
4. Ибрагимов, С. С., Кодиров, Ж. Р., Хакимова, С. Ш. Исследование усовершенствованной сушилки фруктов и выбор поверхностей, образующих явление естественной конвекции // Вестник науки и образования. – 2020. – № 20 (98). – С. 6–9.
5. Нащокин, В. В. Техническая термодинамика и теплопередача. – М., 1975. – 496 с.
6. Кикоин, А. К., Кикоин, И. К. Общий курс физики. Молекулярная физика. – М., 1976. – 480 с.
7. Миснар, А. Теплопроводность твердых тел, жидкостей, газов и их композиций. – М., 1968. – 464 с.
8. Толебаев, А. М., Атанаев, Т. Б. Физика сабактарында окуучулардын илимий көз караштарын калыптандыруу // Вестник КГУ им. И. Арабаева. – 2021. – № 2. – 160 с.

Рецензент: физика-математика илимдеринин кандидаты, доцент Абдылдаев О.