

Кіровоградський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка

На правах рукопису

Стадніченко Світлана Миколаївна

УДК 373.5.016: 539.1

**МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ
НА ОСНОВІ ОСОБИСТІСНО ОРІЄНТОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
В УМОВАХ ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ**

13. 00. 02 – Теорія і методика навчання фізики

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата
педагогічних наук

Науковий керівник
Садовий Микола Ілліч
доктор педагогічних наук, професор

Кіровоград – 2007

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. Теоретичні основи дослідження проблем навчання молекулярної фізики в загальноосвітніх навчальних закладах	
1.1. Поняття структури навчального матеріалу з молекулярної фізики та сучасні методи її дослідження	16
1.2. Системно-логічний аналіз структури знань учнів з молекулярної фізики.....	44
1.3. Структурно-логічний аналіз програм, методичних посібників та підручників з молекулярної фізики.....	49
1.4. Психолого-педагогічні основи особистісно орієнтованого навчання в умовах профілізації загальноосвітніх навчальних закладів.....	65
Висновки до розділу 1	77
РОЗДІЛ 2. Методичне забезпечення навчання молекулярної фізики на основі особистісно орієнтованої технології	
2.1. Упорядкування змісту і структури навчального матеріалу з молекулярної фізики на основі системного підходу.....	78
2.2. Формування узагальнених знань з молекулярної фізики та термодинаміки за умов системного вивчення розділу.....	85
2.3. Дидактичні основи розроблення методики навчання молекулярної фізики на основі особистісно орієнтованої технології.....	106
2.4. Основні методи та прийоми методики навчання молекулярної фізики за особистісно орієнтованою технологією.....	109
2.5. Аналіз впливу міжпредметних і внутрішніх зв'язків на формування системних знань з молекулярної фізики в умовах профільного навчання.....	132

2.6. Використання інформаційно-комунікаційних технологій для підвищення ефективності процесу навчання розділу “Молекулярна фізика”	144
2.7. Фізичний експеримент з молекулярної фізики та термодинаміки за умов особистісно орієнтованого навчання.....	157
Висновки до розділу 2.....	165
РОЗДІЛ 3. Систематизація та інтерпретація результатів педагогічного експерименту	
3.1. Організація педагогічного експерименту.....	166
3.2. Результати педагогічного експерименту.....	174
Висновки до розділу 3	180
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	181
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	184
ДОДАТКИ	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

СЛС – структурно-логічна схема;

МКТ – молекулярно-кінетична теорія;

(п) – початковий рівень засвоєння знань;

(с) – середній рівень засвоєння знань;

(д) – достатній рівень засвоєння знань;

(в) – високий рівень засвоєння знань.

ВСТУП

Актуальність дослідження. Нові вимоги суспільства до рівня наукової освіченості та загальної культури вказують на потребу перенесення акцентів на дослідницькі та пошукові методи навчання для формування в учнів особистісних новоутворень, готовності й здатності до самостійності, самопізнання, самовдосконалення та самореалізації. Загальнодержавна стратегія, конкретизована у законі України “Про освіту”, Національній доктрині розвитку освіти, Концепції загальної середньої освіти (12-річна школа), Концепції профільного навчання, передбачає особистісну орієнтацію освіти, підвищення її якості та оновлення змісту, запровадження нових освітніх стандартів і педагогічних підходів до навчання, реалізацію активних форм взаємодії суб’єктів навчально-виховного процесу.

Профільна спрямованість навчання в старших класах загальноосвітніх навчальних закладів покликана сприяти задоволенню освітніх потреб особистості й детермінується зростаючими вимогами суспільства до професійної компетентності та когнітивної активності майбутніх фахівців.

Для уникнення суб’єктивно-інтуїтивного характеру та самочинного плину впровадження нового змісту фізичної освіти потрібні комплексні, психолого-педагогічні, методологічні та дидактичні дослідження. Вони мають враховувати підвищення ролі гуманітарного потенціалу суспільства, зростання нового технологічного виробництва на основі інформаційних технологій, глобальності проблем екологічного світогляду.

Провідні ідеї, на основі синтезу яких вибудовується сучасна концепція фізичної освіти, розроблені та апробовані внаслідок науково-пошукових досліджень М.І. Шута, С.У. Гончаренка, О.І. Бугайова, Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, П.С. Атаманчука, М.Т. Мартинюка, А.І. Павленка, С.П. Величка, М.І. Садового, А. В. Касперського, В.П. Сергієнка, В.Ф.Савченка, О.І. Іваницького, Б.Є. Будного [315, 13, 53, 55, 60, 25, 26, 29, 126, 129, 150, 3, 4, 153, 191, 40, 236, 179, 245, 132, 100, 30] та ін. Вивчення стану наукових розробок з питань особистісно орієнтованого та профільного навчання показали, що вітчизняними і зарубіжними науковцями

глибоко досліджуються різні їх аспекти. Концептуальні засади та психологічні особливості особистісно орієнтованого навчання розглядаються у публікаціях І.Д. Беха, С.У. Гончаренка, О.М. Пехоти, О.В. Бондаревської, І.С. Якиманської, С.І. Подмазіна, В.В. Рибалки, В.В. Серикова [9, 55, 190, 18, 321, 202, 231, 249] та ін.

Дидактичні умови та розвиток профільного навчання висвітлюються у дисертаціях та статтях Н.І. Шиян, І.Л. Лікарчука, О. Локшини, Г.Б. Мегеги, С.Є. Вольянської, Ю.В. Васькова, П.С. Лернера, Г.О. Васьківської [313, 142, 146, 155, 47, 38, 141, 37] та ін.

Теоретико-методичні питання профільного та особистісно орієнтованого навчання з фізики вирішуються у роботах О.І. Іваницького, Л.Ю. Благодаренко, Т.П. Гордієнко, С.І. Жмурського, В.А. Орлова, Л.І. Анциферова, Л.М. Монастирського [100, 11, 12, 63, 88, 188, 76, 172] та ін.

Проблеми вдосконалення структури навчального матеріалу досліджували А.М. Сохор, Д.Н. Фрідман, Д.Х. Рубінштейн, Л.Я. Зоріна, Н.Г. Сорокіна, С.С. Сущенко, М.І. Садовий [264, 305, 233, 98, 262, 287, 236] та ін.

Н.Г. Сорокіна [262] застосувала структурний підхід при навчанні геометричної оптики в середній школі. С.С. Сущенко [287] здійснив структурно-логічний аналіз шкільного курсу електродинаміки. М.І. Садовий [236] запровадив системний підхід та структурно-логічний аналіз для дослідження навчального матеріалу і знань учнів з хвильової та квантової оптики.

Окремі питання структурного аналізу та системного підходу знайшли своє відображення при формуванні методологічних та дидактичних основ вивчення фізичних понять розділу “Молекулярна фізика” у роботах П.О. Знаменського, О.В. Пьоришкіна, Л.І. Резнікова, І.І. Соколова, О.І. Бугайова, С.У. Гончаренка, Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева, О.Ф. Кабардіна, Л.П. Світкова, А.В. Усової, Б.С. Зворикіна, М.М. Шахмаєва, Д.Ш. Шодієва, В.П. Орехова, А.А. Ванєєва [97, 225, 230, 259, 294, 54, 175, 176, 109, 110, 241, 242, 163, 161, 204, 311, 36] та ін.

П.О. Знаменський [97], І.І. Соколов [259] розробили методику вивчення основних положень МКТ будови речовини та її підтверджень, властивостей рідин і твердих тіл, калориметрії, пояснили взаємозв'язок фізичних величин, зміну

агрегатного стану речовини, дали трактовку таким поняттям та явищам як флотація, теплове розширення твердих та рідких тіл, механічний еквівалент теплоти, розрідження газів, описали мисленний експеримент щодо пояснення основного рівняння МКТ. І.І.Соколов запропонував не формулювати принципи термодинаміки, а лише торкнутися питання про закон збереження енергії для теплових процесів та основи теплових двигунів. У роботах П.О. Знаменського, І.І. Соколова курс фізики переважно напрямлений на розкриття його технічного потенціалу.

Л.І. Рєзніков, Е.Є. Евенчик, В.Ф. Юськович, С.Я.Шамаш, З.В. Сичевська [230, 163, 251] виділили молекулярно-кінетичний і термодинамічний підходи: "Теплоту і молекулярну фізику доцільно вивчати в середній школі сумісно. Це надає можливості розглядати теплові явища безпосередньо з аналізом молекулярно-кінетичної природи цих явищ, що має велике значення для формування сучасних фізичних уявлень" [230].

Методичні рекомендації щодо навчання учнів за підручником Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева склали А.А. Ванєєв, Е.Д. Корж, В.П. Орехов [36]. Вони на більш високому науковому рівні пояснили трактовку таких наукових понять як теплова рівновага, температура, поверхневий натяг і доповнили навчальний матеріал елементами знань про цикл Карно, закон розподілу молекул за швидкостями, графічну інтерпретацію фізичних законів.

Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев [175] розробили методику вивчення газових законів дедуктивним способом. Вона використана у підручниках М.М. Шахмаєва, С.М. Шахмаєва, Д.Ш. Шодієва [311], С.У. Гончаренка [57, 58, 59].

Л.П. Світков запропонував викладення понять термодинаміки за допомогою методу колових процесів і обґрунтував послідовність вивчення розділу від основ термодинаміки до МКТ. "Така система знань дозволяє здійснити в навчальному пізнанні перехід від розуміння причинної зумовленості явищ (класичний детермінізм) на рівень уявлень про діалектику необхідного і випадкового (співвідношення динамічних і статистичних закономірностей)"[241].

Проблемі розроблення методики і техніки навчального фізичного експерименту з молекулярної фізики у старшій школі присвячені дослідження О.А. Покровського,

Л.І. Анциферова, В.І. Діка, В.О. Бурова, О.Ф. Кабардіна, М.М. Шахмаєва, В.Ф. Шилова, М.С. Шульги, Б.Ю. Миргородського, В.К. Шабаля, Г.М. Гайдучка, В.Г. Нижника, Б.О. Грудиніна [77, 2, 203, 109, 110, 321, 314, 168, 49, 68] та ін.

Позакласна робота розглядалася О.Ф. Кабардіним, Л.П. Світковим, Г.Ю. Ілляшенком, Ю.В. Серговським, Л.І. Анциферовим, Н.О. Гладушиною, І.А. Кутіною, І.М. Петровою [108, 243, 103, 248, 2, 215] та ін. Застосування історичних відомостей при навчанні розділу знайшло втілення у працях С.У. Гончаренка, М.І. Шута, Є.В. Коршака, Н.М. Коршак, Т.Є. Буяло, Н.П. Форостяної [61, 316, 127, 34, 35, 304] та ін. Міжпредметні зв'язки молекулярної фізики з іншими предметами досліджувались О.В. Сергєєвим, В.Р. Ільченко, Ю.І. Діком, І.К. Туришевим, Л.В. Тарасовим, О.І. Єфремовою [157, 105, 106, 156, 278, 86, 290] та ін.

Високо оцінюючи наукову значущість проведених досліджень, нами встановлено, що традиційна методика вивчення молекулярної фізики недостатньо адаптована до особистісно орієнтованого навчання і вимагає свого подальшого удосконалення: визначення змісту і структури навчального матеріалу; поділу знань за рівнями складності; розроблення ефективних методів та дидактичних засобів навчання.

Учні 10 класів недостатньо повно розуміють поняття молярної маси (60,19 % неправильних відповідей), моль (63,08 % неправильних відповідей), речовини (63,69 % неправильних і не отриманих відповідей), маси (63,55 % неповних і не отриманих відповідей), сили взаємодії (60,09 % неправильних відповідей), критичної температури (64,75 % неправильних і не отриманих відповідей), модуля Юнга (70,81 % – неправильних і не отриманих відповідей), лапласівського тиску (83,14 % неправильних і не отриманих відповідей), адіабатного процесу (61,44 % неправильних відповідей) та ін.

Знають основне рівняння МКТ і використовують його під час розв'язування задач 50,99 % школярів. Засвоюють матеріал про ізопроцеси – 45,25 %, а завдання графічного їх зображення виконують 31,56 % учнів. Розуміють фізичний зміст сталих, пам'ятають їх числове значення та одиниці вимірювання 37,43 % школярів. Уміють обчислювати за формулою поверхневий натяг – 45,44 %, висоту піднімання

рідини по капіляру чи іншу величину з формули – 45,21 %, записати рівняння теплового балансу для теплоізолюваної системи – 54,10 %, читати графіки теплових процесів – 47,23 % та застосовують перший закон термодинаміки для пояснення енергетичних перетворень – 53,57 % учнів.

Результати дослідження передового педагогічного досвіду дозволяють стверджувати, що навчальний матеріал розділів шкільного курсу фізики вивчається розрізнено, а не як складові єдиної системи знань. Третина школярів не вміють теоретично, на основі фізичних знань, аналізувати явища оточуючого середовища і обґрунтовувати логічні зв'язки між елементами знань.

Наведені кількісні показники свідчать, що існуюча методика навчання молекулярної фізики недостатньо ефективна. Якщо основні формули, формулювання означень, законів запам'ятовує більшість учнів, то знання навчального матеріалу якісного характеру мають формальний характер.

Запровадження в загальноосвітніх навчальних закладах України нових підручників і системи оцінювання знань учнів, диференціація, гуманізація, інформатизація, спрямованість навчально-виховного процесу на розвиток і саморозвиток школярів, потреба їх професійного самовизначення вимагають обґрунтування доцільності нововведень, розроблення методичних рекомендацій для вчителів, створення нових дидактичних матеріалів та технологій навчання згідно критеріїв 12-річної системи освіти.

За цих умов, виникають суперечності між обґрунтованими в психолого-педагогічній і науково-методичній літературі теоретичними положеннями нової парадигми освіти щодо необхідності орієнтації навчання на потреби особистості й системного вивчення предмету та реальним забезпеченням дидактичних умов для впровадження її в практику; між недостатнім фактичним рівнем сформованості знань випускників загальноосвітніх навчальних закладів та тими знаннями, уміннями та навичками, які потрібні для вирішення поставлених перед ними завдань; між новими технологіями організації навчального процесу з фізики, орієнтованими на розвиток особистості, та існуючою методичною системою навчання, зокрема з молекулярної фізики, що й зумовлює **актуальність**

дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами. Дисертаційне дослідження виконано відповідно до тематичного плану науково-дослідної роботи кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Тема дисертаційного дослідження затверджена на засіданні вченої ради Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка (протокол № 9 від 28.02.2005 р.) й узгоджена в бюро Ради з координації наукових досліджень у галузі педагогіки і психології в Україні (протокол № 3 від 29.03.2005 р.).

Об'єкт дослідження – навчально-виховний процес з фізики в загальноосвітніх навчальних закладах.

Предмет дослідження – методика навчання молекулярної фізики в загальноосвітніх навчальних закладах.

Мета дослідження: теоретично обґрунтувати зміст та логічну структуру навчального матеріалу розділу “Молекулярна фізика” в загальноосвітніх навчальних закладах, розробити й експериментально перевірити методику вивчення молекулярної фізики на основі системного підходу й особистісно орієнтованої технології в умовах профільного навчання.

В основу дослідження покладена **гіпотеза** про те, що удосконалення змісту й структури навчального матеріалу розділу “Молекулярна фізика” на основі методів системного підходу та технології структурно-логічного аналізу, впровадження положень особистісно орієнтованого та профільного навчання дозволять розробити методику вивчення молекулярної фізики за особистісно орієнтованою технологією в загальноосвітніх навчальних закладах, застосування якої забезпечить підвищення якості засвоєння знань і умінь, рівня навчальних досягнень учнів та усвідомлення ними своєї особистісної й професійної значущості.

Відповідно до предмета, мети та гіпотези дослідження визначено його **основні завдання:**

1. Проаналізувати теоретичну, психолого-педагогічну, методичну та спеціальну літературу з теми дослідження. З'ясувати сутність системного підходу в

педагогічних дослідженнях. Визначити методологічні та загальнонаукові підходи до аналізу змісту, структури навчального матеріалу і знань учнів.

2. Виділити психолого-педагогічні умови організації особистісно орієнтованого та профільного навчання учнів.

3. Дослідити та обґрунтувати зміст, структуру і послідовність вивчення розділу “Молекулярна фізика” на основі методів системного підходу та технології структурно-логічного аналізу навчального матеріалу.

4. Розробити методику навчання молекулярної фізики на основі системного підходу й особистісно орієнтованої технології та засоби її реалізації.

5. Здійснити експериментальну перевірку гіпотези дослідження.

Теоретико-методологічною основою дослідження є загальнонаукові й дидактичні методи, теорія системного підходу та технологія структурно-логічного аналізу навчального матеріалу і знань учнів, діалектико-матеріалістична теорія пізнання, провідні наукові положення психології та педагогіки з формування особистості учня.

Складність та багатоаспектність обраної проблеми спонукали нас до комплексного її вивчення, базуючись на загальних теоретико-методологічних ідеях:

1. Суб’єктивно-особистісну концепцію людини, в основу якої покладено:

а) твердження про онтогенетичну еволюцію людини, в процесі якої відбувається становлення особистості через розвиток психічних та фізичних задатків;

б) ідею про формування якостей та розвиток здібностей особистості в єдності з суспільними відносинами;

в) положення про діяльнісну суть розвитку особистості, яка проявляється через рівень творчої активізації у процесі навчання, гри, спілкування, праці тощо.

2. Соціальну концепцію процесу пізнання, в основі якої лежить запит суспільства на освічену особистість, озброєну сумою знань, загальним і культурним розвитком, здатну навчатись протягом усього життя.

3. Дидактичне моделювання процесу формування в учнів уявлень про явища, поняття, судження, дії, теорії, де визначено єдність психологічного та логічного аспектів цього процесу на основі ідеї циклічності та генералізації пізнавальної

діяльності.

4. Теорію розвитку системи психічних якостей особистості з врахуванням особливостей когнітивних процесів учнів, за якою теоретичне мислення розглядається як дія, спрямована на формування понять і встановлення закономірностей їх засвоєння.

5. Принципи культуровідповідності, суб'єктності, варіативності, зв'язку з життям, на основі яких забезпечується організація навчально-виховного процесу відповідно до можливостей і потреб особистості, коли індивідуальна діяльність за вибором школяра стає провідною у взаємодії вчитель-учень.

Методи дослідження. Для виконання поставлених завдань і перевірки гіпотези дослідження застосовувалися такі методи:

а) *теоретичні*: системний та порівняльний аналіз психолого-педагогічної, науково-методичної та спеціальної літератури з проблеми дослідження, моделювання педагогічного процесу, статистичне опрацювання результатів дослідження;

б) *емпіричні*: обсерваційні (цілеспрямоване педагогічне спостереження та аналіз навчального процесу, вивчення продуктів діяльності, узагальнення передового педагогічного досвіду навчання), діагностичні (бесіда, інтерв'ю, анкетне опитування), експериментальний (організація та проведення педагогічного експерименту).

Наукова новизна здобутих результатів:

— уперше використано структурно-логічний аналіз, системний підхід для теоретичного обґрунтування та удосконалення змісту і логічної структури розділу “Молекулярна фізика” курсу фізики загальноосвітніх навчальних закладів;

— запропоновано підхід структурування знань з використанням методів системного аналізу для добору навчального матеріалу з фізики та суміжних згідно профілю предметів;

— розроблено та експериментально перевірено методику вивчення молекулярної фізики на основі особистісно орієнтованої технології в умовах профільного навчання.

Теоретичне значення дослідження:

- проведено логіко-методологічний аналіз проблем дидактики фізики із застосуванням системно-структурного й історико-генезисного підходів до розділу “Молекулярна фізика”;
- обґрунтовано обсяг, повноту, упорядкування навчального матеріалу з молекулярної фізики на основі теорії графів та нелінійної математики;
- створено дидактичну модель формування в учнів знань з молекулярної фізики згідно комплексу психолого-педагогічних умов особистісно орієнтованої технології та системного підходу.

Практичне значення здобутих результатів дослідження:

- розроблено та впроваджено в навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів методичні рекомендації з вивчення розділу “Молекулярна фізика” на основі особистісно орієнтованої технології;
- створено та апробовано навчально-методичні матеріали, які містять систему рівневих завдань, у тому числі із застосуванням структурно-логічних схем та елементів інформаційно-комунікаційних технологій;
- розроблено програми спецкурсів для загальноосвітніх навчальних закладів згідно завдань профільного навчання.

Окремі положення дисертаційного дослідження мають загальнодидактичне значення і можуть бути використані при написанні підручників, плануванні та проведенні навчально-виховного процесу з фізики та інших природничих дисциплін.

Особистий внесок автора в здобуття наукових результатів дослідження полягає в здійсненні аналізу науково-методичної літератури, розробці та впровадженні методики вивчення молекулярної фізики на основі особистісно орієнтованої технології в умовах профільного навчання; в теоретичному обґрунтуванні основних ідей і положень досліджуваної проблеми; створенні й апробації навчально-методичних матеріалів; безпосередній участі дисертанта в організації та проведенні дослідно-експериментальної роботи; опублікуванні дисертаційних матеріалів у статтях і тезах, методичному посібнику. У працях, що написані у співавторстві,

дисертантом проаналізовано фундаментальні поняття молекулярної фізики, розроблено методичні рекомендації та систему завдань для вивчення розділу “Молекулярна фізика” в загальноосвітніх навчальних закладах.

Вірогідність здобутих результатів та їх об’єктивність забезпечується методологічною й теоретичною обґрунтованістю вихідних засад; тривалим періодом дослідження; репрезентативністю і статистичною значущістю експериментальних даних; системним аналізом теоретичного та емпіричного матеріалу; використанням методів дослідження, адекватних об’єкту, предмету, меті й завданням дослідження; педагогічним експериментом та висновками статистичного опрацювання його результатів; позитивною оцінкою педагогічної громадськості під час обговорення результатів дослідження на міжнародних і всеукраїнських конференціях, семінарах, курсах підвищення кваліфікації вчителів.

Апробація й впровадження результатів дослідження. Основні положення і результати дослідження доповідались і обговорювались на міжнародних та всеукраїнських науково-практичних конференціях: “Проблеми методики викладання фізики на сучасному етапі”(Кіровоград, 2000 р.), “Засоби реалізації сучасних технологій навчання” (Кіровоград, 2002, 2003, 2005 рр.), “Чернігівські методичні читання з фізики” (Ніжин, 2005 р.), “Дидактика фізики в контексті Болонського процесу” (Кам’янець-Подільський, 2005 р.), “Сучасні проблеми дидактики фізики” (Кіровоград, 2006 р.), “Сучасні методичні системи навчання фізики і астрономії у загальноосвітній школі” (Умань, 2006 р.), “Європейська наука XXI століття: стратегія і перспективи розвитку” (Дніпропетровськ, 2006 р.), “Освітнє середовище як методична проблема” (Херсон, 2006 р.), “Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми” (Кам’янець-Подільський, 2006 р.), “Засоби і технології сучасного навчального середовища” (Кіровоград, 2007 р.); всеукраїнських семінарах “Актуальні питання методики навчання фізики та астрономії в середній та вищій школі” при кафедрі методики викладання фізики Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова (Київ, 2005 , 2006 рр.); курсах підвищення кваліфікації учителів фізики при Дніпропетровському обласному інституті

післядипломної педагогічної освіти (1999 – 2006 рр.); засіданнях методоб'єднань вчителів фізики (Дніпропетровськ, 2004 – 2006 рр.).

Результати дослідження впроваджені в практику роботи загальноосвітніх навчальних закладів м. Дніпропетровська (№ 112 (довідка № 134 від 16.06.2004 р.), № 15 (довідка № 357 від 07.06.2004 р.), № 31 (довідка № 33 від 14.06.2004 р.), № 48 (довідка № 70 від 29.07.2004 р.), № 52 (довідка № 46 від 21.06.2004 р.), № 37 (довідка № 204 від 21.06.2004 р.), № 89 (довідка № 195 від 22.07.2004 р.), № 6 (довідка № 175 від 15.07.2004 р.), № 128 (довідка № 125 від 15.07.2004 р.), НВК № 51 (довідка № 193 від 26.12.2006 р.), Дніпропетровської області (с. Широке, довідка № 97 від 21.06.2004 р.) та Кіровоградської області (Златопільська гімназія, довідка № 110 від 29.06.2006 р.).

Публікації. Основний зміст дисертації та результати дослідження висвітлено у 15 працях, серед яких 8 одноосібних та 1 у співавторстві статей у фахових виданнях, один методичний посібник, 5 у збірниках наукових праць і матеріалах наукових конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків до розділів, списку використаних джерел, 15 додатків (у вигляді окремого тому обсягом 247 сторінок). Повний обсяг дисертації – 208 сторінок, основний текст 183 сторінки; список використаних джерел охоплює 25 сторінок (330 найменувань). Дисертація містить в основному тексті 6 таблиць, 39 рисунків (11 рисунків та 1 таблиця займають повну сторінку).

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ НАВЧАННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

1.1. Поняття структури навчального матеріалу з молекулярної фізики та сучасні методи її дослідження

Одним із методологічних напрямків дослідження інновацій в освіті, підвищення їх педагогічної ефективності є системний підхід. Системний підхід до аналізу наукових проблем розроблений у другій половині ХХ століття у роботах філософів І.В. Блауберга [14], В.М. Садовського [239], В.І. Богдановича, Л.М. Сумарокової [16], А.І. Уймова [295], Е.Г. Юдіна [317, 318] та ін.

З 60-х років методологія системного підходу використовується у педагогічних дослідженнях А.М. Сохора [264], Н.Ф. Тализіної [289], Л.В. Занкова [92], В.П. Ерднієва [83], Ф.Ф. Корольова [124], М.А. Данилова [74], Т.А. Ільїної [104], С.С. Сущенка [287], Я. Скалкової [255], М.І. Садового [236 – 238] та ін.

Системний підхід – це розгляд складних, але цілісних за своєю суттю об'єктів як систем, тобто сукупностей взаємодіючих елементів, спрямований на виявлення і вивчення типів зв'язків між елементами системи та зведення їх у єдину теоретичну картину [281, с. 23]. Його використовують на основі положення загальної теорії систем, відповідно до якого будь-який достатньо складний об'єкт із великою кількістю внутрішніх зв'язків прагне структурування.

До основних понять системного підходу відносять: 1) елемент (компонент) – характеризується як частина системи, що володіє певними якостями; 2) зв'язок (відношення) між елементами системи та їх властивостями; 3) структура системи – сукупність істотних відношень між елементами системи; 4) оточуюче середовище системи – певна множина елементів, які не входять до складу досліджуваної системи, але впливають на неї або зумовлені нею; 5) функція системи – її позиція відносно системи вищого порядку. Під функціонуванням системи розуміється

взаємодія елементів, реалізація внутрішніх зв'язків системи та її зовнішніх відношень з оточуючим середовищем.

Е.Г. Юдін [318, с. 181] пропонує диференціювати групи понять, які використовуються для характеристики систем: 1) поняття, що відносяться до опису внутрішньої будови системних об'єктів: “цілісність”, “елемент”, “структура”, “середовище”, “відношення”, “зв'язок”, “організація”; 2) поняття, які пов'язані з описом функціонування систем об'єктів: “функція”, “сталість”, “рівновага”, “регулювання”, “зворотній зв'язок”, “управління”, “самоорганізація”; 3) поняття, які допомагають здійснити опис процесів розвитку системи об'єктів: “генеза”, “еволюція”, “становлення”.

В.М. Садовський [239] наводить такий перелік основних ознак системи: 1) наявність вхідних та вихідних елементів, простих та складних ієрархічних будов, елементи яких відносяться до різних рівнів; 2) зв'язок між елементами виражається існуванням відношень між цими елементами; 3) система завжди є деякою цілісністю і має властивості, відмінні від властивостей її елементів; 4) система має власні закони поведінки, які виводяться з одних лише законів поведінки її елементів; 5) система може бути закрита і відкрита, розчленована і нерозчленована.

У межах системного принципу [14, 45, 137, 164, 165, 318] розрізняють структурно-функціональний, системно-діяльнісний, системно-генезисний та ін. підходи. У нашому дослідженні використовуються структурно-функціональний та системно-діяльнісний підходи.

Сутність структурно-функціонального підходу полягає у виділенні в системних об'єктах структурних елементів (підсистем) і визначенні їхньої ролі (функцій) у системі. Елементи і зв'язки між ними утворюють структуру системи. Структура характеризує систему в статиці, функції – у динаміці. Між ними є певна залежність.

У дисертації системний підхід з елементами теорії графів застосований до розділу „Молекулярна фізика” як цілісної системи знань про будову і властивості речовин у твердому, рідкому та газоподібному станах. Ця система є підсистемою більш загальної системи – шкільного курсу фізики.

Система – це відокремлена сукупність взаємодіючих між собою елементів, яка утворює деяку цілісність, володіє певними інтегральними властивостями, що

дозволяє їй виконувати в середовищі визначену функцію [281, с. 86].

Під структурою розуміють “будову і внутрішню форму організації системи, що виступає як єдність стійких взаємозв’язків між елементами” [45].

Фізичні теорії є самостійними системами і входять як частини до змісту курсу фізики. Порядок вивчення навчального матеріалу курсу фізики має враховувати властиві теоріям взаємозв’язки. МКТ та термодинаміка розглядаються нами, як відносно замкнені концептуальні системи, що разом відображають об’єктивно існуючі закономірності, складають образ фізичних явищ, оперують моделлю вивчаючого об’єкту і його узагальненими властивостями – науковими поняттями.

До об’єкту дослідження структурно-функціональний підхід має таке відношення: 1) кожний елемент вивчається і описується з урахуванням його місця в системі; 2) кожний елемент системи володіє різними характеристиками; 3) в побудові системи спостерігається ієрархія; 4) властивості системи впливають з властивостей елементів і навпаки; 5) як ціле система співставляється середовищу (умовам її існування); 6) невід’ємною рисою поведінки систем є доцільність; 7) джерело перетворення системи знаходиться в самій системі [164, 165, 281, 318].

На основі системно-діяльнісного підходу нами розглядається здійснення учнем повного циклу пізнавальних дій: сприйняття матеріалу, його осмислення, запам’ятовування, виконання вправ у застосуванні знань на практиці, наступна діяльність з повторенням дій і поглибленням.

К.В. Любимов [148], Л.М. Павська [193], Л.М. Фрідман [306], С.Я. Вознюк [44] та ін. розробили методика застосування графів у пошуках ефективного варіанту виконання навчальних і пізнавальних завдань у курсі середньої школи.

Д.Х. Рубінштейн [233], А.М. Сохор [264], С.С. Сущенко [287], Н.Г. Сорокіна [262], М.І. Садовий [236] використали елементи теорії графів для удосконалення логічної структури конкретних навчальних тем.

А.С. Родіонов [232], на основі психологічних досліджень Н.Ф. Тализіної [288], дослідив знакові моделі навчально-пізнавальної діяльності на рівні дій. У цьому випадку було одержано наочний вираз не тільки змісту програмної теми, а й навчально-пізнавальної діяльності.

М.І. Садовий [236 – 238] розробив технологію формування структури і змісту навчального матеріалу курсу фізики загальноосвітньої середньої школи на основі співвідношення безперервного і дискретного та методику складання державного стандарту з фізики.

А.А. Ченцов [308], В.П. Мізинцев [166, 167], Л.І. Єрунова [84] досягли значних результатів при застосуванні моделювання для оцінювання професійної підготовки вчителя, керування його професійним удосконаленням, діяльністю під час проведення уроку.

Системно-структурний підхід до аналізу пізнавального об'єкту як системи включає два етапи, згідно з якими будуються СЛС навчального матеріалу або знань учнів [164, 165, 255]. Загальну методику такого зображення розробили А.М. Сохор [264], Д.Н. Фрідман [305], Н.Г. Сорокіна [262], С.С. Сущенко [287], М.І. Садовий [236] та ін.

У силу обставин, розроблена методика не враховує вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [79] та положень Концепції профільного навчання [122]. У нашому дослідженні ця проблема набуває актуальності.

На першому етапі побудови СЛС навчального матеріалу виконувалися такі завдання:

1. Визначалися: система знань з молекулярної фізики, що закладена в Державному стандарті базової й повної загальної середньої освіти, підручниках, програмах профільного навчання та різновидності підсистем, які складають суму знань з фізики цієї моделі.

2. Виділялися системоутворювальні компоненти (основні поняття, фундаментальні теорії), ієрархічні рівні підсистем (вихідні факти, ядро фізичної теорії, теоретичні наслідки, експериментальні результати, практичні застосування).

3. Визначалися системоутворювальні зв'язки на основі властивостей, логічних закономірностей, причинно-наслідкових відношень між компонентами.

4. Фіксувалися входи і виходи системи, що дозволили вивчити її поведінку в загальній системі середньої освіти.

5. Встановлювалися межі існування системи.

Другий етап – структурний мікроаналіз [167, 236, 237, 255] – включав поелементний аналіз, визначення логічних зв'язків між компонентами та графічне

зображення навчального матеріалу.

На основі визначеної технології нами проаналізовані структура і зміст розділу "Молекулярна фізика" шкільного курсу фізики, виділені шість груп елементів знань:

– фізичні явища, фізичні процеси, фізичні стани, фундаментальні та класичні досліди (випаровування, змочування, дослід Штерна, досліди Перрена та ін.);

– моделі: побудова мислительної картини чи фізичної системи на основі фактів, взятих зі спостережень, узагальнень, ідеалізовані об'єкти (ідеальний газ, атом, кристалічна решітка та ін.);

– фізичні величини, фізичні поняття, фізичні сталі (тиск газу, маса, швидкість молекул, температура, кількість речовини, стала Больцмана, робота та ін.);

– методи дослідження (спостереження, графічний метод, моделювання і т.д.);

– судження, загальні та часткові закони, наслідки, гіпотези, принципи, теорії, рівняння стану, дії суб'єктів навчання (МКТ, принципи термодинаміки, рівняння Клапейрона – Менделєєва, основне рівняння МКТ та ін.);

– застосування фізичних знань у науці, технологіях, побуті (створення матеріалів із заданими фізичними властивостями, метод дифузійного зварювання у вакуумі, капілярні явища у природі, одержання синтетичних алмазів та ін.).

Будь-який навчальний матеріал або його частину можна зобразити у вигляді орієнтованого графа [7, 255, 281] $G = (x;y)$, де $x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ – множина структурних елементів навчального матеріалу, а $y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ – множина зв'язків $y_\alpha = (x_i, x_j)$ між структурними елементами. Графи тем не ізоморфні – це прості графи, що мають непорожню множину вершин і кінцеву множину ребер.

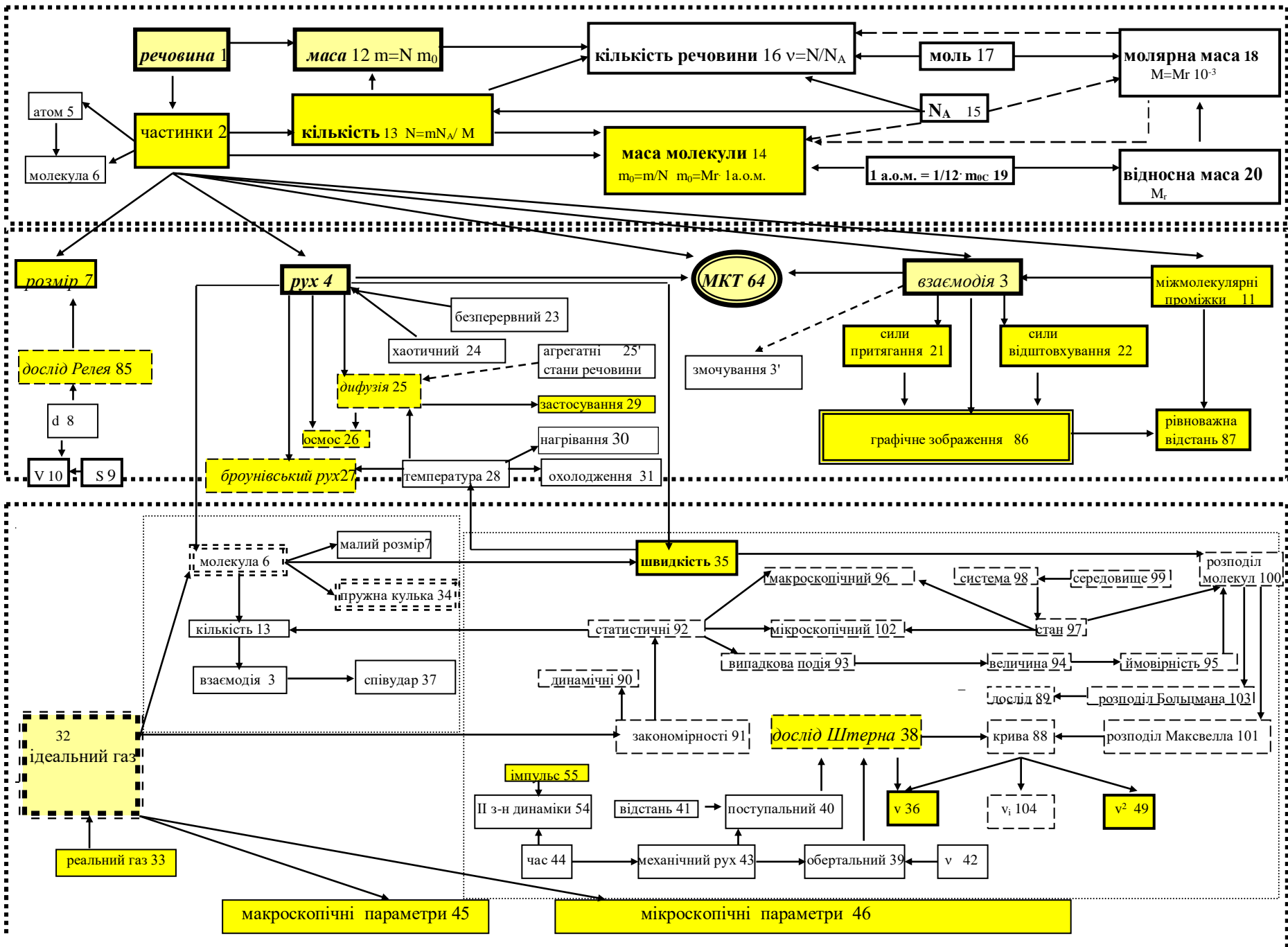
СЛС з молекулярної фізики та термодинаміки складені й досліджені за навчальним матеріалом підручників різних років видання (дод. А). Навчальний матеріал розділу "Молекулярна фізика" нами поділений на такі частини: "Основи МКТ ідеального газу", "Взаємне перетворення газів і рідин", "Тверді тіла", "Основи термодинаміки". Для встановлення зв'язків між компонентами СЛС застосована логічна формула: зв'язок існує тоді й тільки тоді, коли він стверджує існуючий факт у дійсності. СЛС окремої теми навчального матеріалу, її зв'язки, властивості слід розглядати як підсистему розділу, який містить цей навчальний матеріал [236].

СЛС теми “Основи МКТ ідеального газу” (рис. 1.1), складена за діючими пробними посібниками С.У. Гончаренка [58, 59], для гуманітарного профілю містить 87 елементів, 128 зв’язків і 40 контурів, для природничо-наукового профілю – 125 елементів, 185 зв’язків і 45 контурів. Система елементів знань теми поділена на 5 підсистем. До складу першої і другої підсистеми (35 елементів) входить матеріал про величини, що характеризують молекули, основні положення МКТ та їх підтвердження. У третій підсистемі (14 елементів) описуються зв’язки температури. У четвертій підсистемі (21 елемент) розкриваються поняття ідеального газу та статистичний метод МКТ. У п’ятій підсистемі (31 елемент) містяться відомості про стан ідеального газу та процеси його зміни, кількісний взаємозв’язок між мікроскопічними і макроскопічними параметрами (основне рівняння МКТ).

СЛС теми “Взаємне перетворення рідин і газів” для гуманітарного профілю складається з 93 елементів, 126 зв’язків та 17 контурів, для природничо-наукового – 115 елементів, 158 зв’язків та 20 контурів (дод. А.7). Система елементів знань теми поділена на 6 підсистем. Перша підсистема (11 елементів) містить матеріал про властивості реального газу та межі застосування ідеального газу. До другої і третьої підсистеми (42 елементи) входять поняття про вологість повітря, насичення пари та критичний стан речовини. Четверта підсистема (17 елементів) відображає відомості про рідину, її будову і властивості. У п’ятій підсистемі (12 елементів) описується процес кипіння рідини і зрідження газів. Шоста (24 елементів) підсистема складається з елементів знань про поверхневий натяг рідин, змочування і капілярні явища.

СЛС теми “Тверді тіла” для гуманітарного профілю містить 77 елементів, 98 зв’язків і 14 контурів, для природничо-наукового профілю – 122 елементи, 160 зв’язків і 22 контури (дод. А.11). Тема поділена на 4 частини. Перша підсистема (40 елементів) складається з елементів знань про кристалічні тіла, їх будову і властивості. У другій підсистемі (16 елементів) розкриваються поняття про аморфні тіла, їх будову і властивості. У третій підсистемі (14 елементів) описуються механічні властивості твердих тіл. Четверта підсистема (12 елементів) містить елементи знань про деформацію твердих тіл.

СЛС теми “Основи термодинаміки” гуманітарного профілю складається з



107 елементів, 139 зв'язків і 14 контурів, природничо-наукового профілю – 126 елементів, 166 зв'язків і 18 контурів (дод. А.15). Тема поділена на 4 підсистеми. Перша підсистема (45 елементів) містить матеріал про термодинамічну систему і її внутрішню енергію. У другій підсистемі (24 елементи) описується зміна внутрішньої енергії. У третій підсистемі (22 елементи) розкривається перший закон термодинаміки. До четвертої підсистеми (25 елементів) входять поняття про принцип дії теплових двигунів та другий закон термодинаміки.

Критерієм ефективності навчання у нашому дослідженні є ступінь співпадання низки показників, заданих системою навчального матеріалу з молекулярної фізики, і здобутих знань в процесі вивчення цієї системи. З цією метою досліджено ізоморфізм СЛС підручника і СЛС, що відображають дійсні знання учнів (дод. А, Б). Вказані коефіцієнти засвоєння знань учнів (K_3) – це відношення кількості правильних відповідей до загальної кількості відповідей у відсотках (рис. 1.2).

Виділено 180 елементів знань, які вивчалися на першому ступені навчання фізики. У темі “Основи МКТ ідеального газу” (див. рис.1.1) міститься 50 елементів знань на повторення, у темі “Взаємне перетворення рідин і газів” (див. дод. А.7) – 42, у темі “Тверді тіла” (див. дод. А.11) – 40, у темі “Основи термодинаміки” (див. дод. А.15) – 48.

Для виявлення спільних елементів знань у дослідженні використовується методика накладання СЛС [236]. Суть її у тому, що СЛС “накладаються” елемент на елемент, зв'язок на зв'язок. На основі перетину СЛС тем розділу “Молекулярна фізика” – “Основи МКТ ідеального газу”, “Властивості газів, рідин і твердих тіл”, “Основи термодинаміки” – нами виділені поняття і зв'язки властиві для всієї системи знань (рис. 1.3). На осях вказуються загальні поняття, закони, теорії. Для ліній перетину СЛС тем розділу “Молекулярна фізика” спільними є такі поняття, явища, судження, теорії:

1) основи МКТ – властивості газів, рідин і твердих тіл: речовина, атом, молекула, рух, сили взаємодії, тиск, маса, об'єм, швидкість, температура, густина, концентрація, кінетична енергія, потенціальна енергія, агрегатні стани, рівняння стану, ідеальний газ, реальний газ, кількість частинок, ізопроцеси;

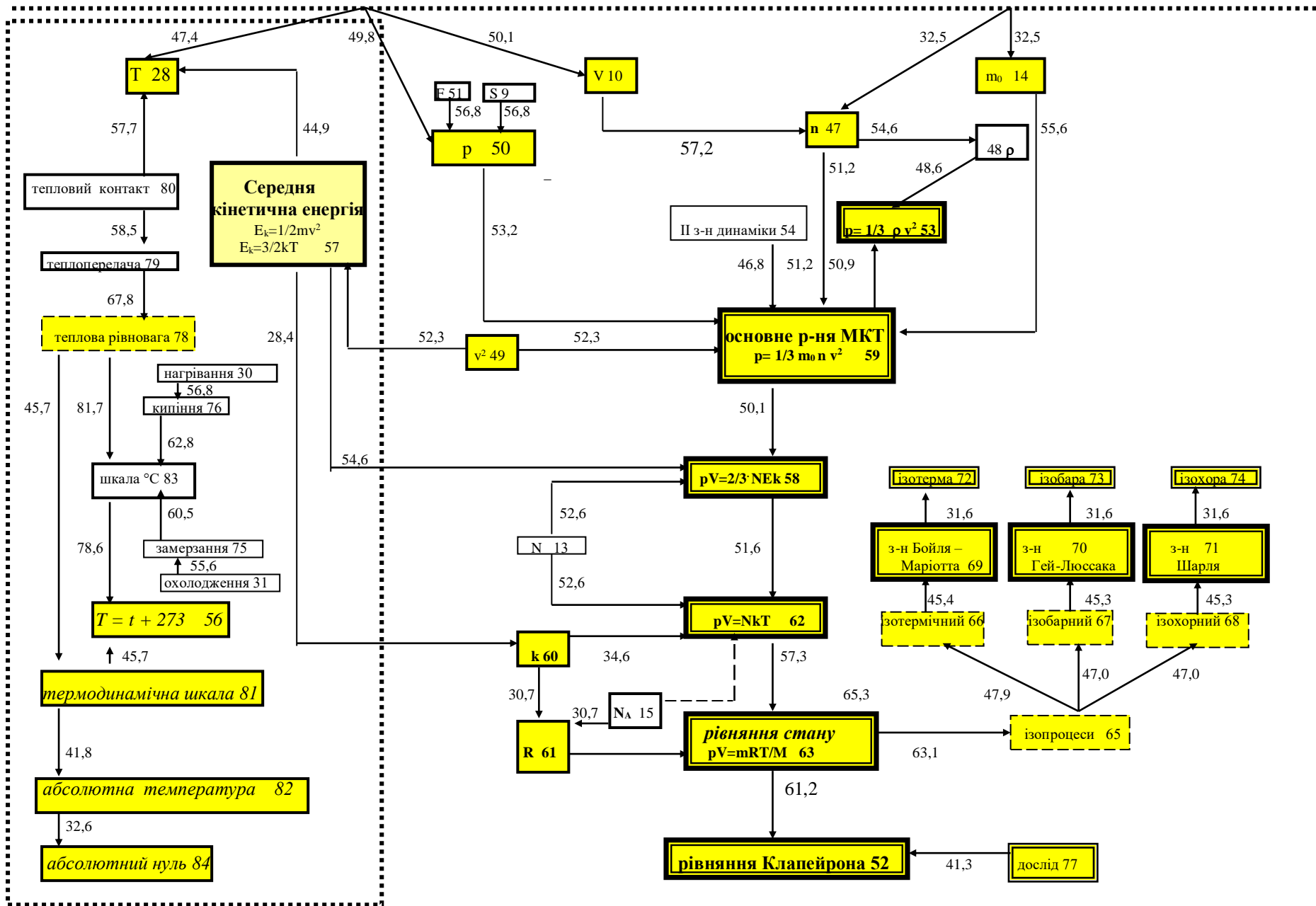


Рис. 1.2. Структурно-логічна схема знань учнів теми “Основи МКТ ідеального газу”

2) основи МКТ – основи термодинаміки: речовина, ідеальний газ, молекула, тепловий рух, нагрівання, охолодження, кінетична енергія, потенціальна енергія, сили взаємодії, кількість молекул, рівняння стану, тиск, об'єм, маса, температура, ізопроцеси, теплова рівновага;

3) основи термодинаміки – властивості газів, рідин і твердих тіл: речовина, внутрішня енергія, випаровування, конденсація, агрегатні стани речовини, кількість теплоти, нагрівання, охолодження, кипіння, випаровування, конденсація, плавлення, кристалізація, термодинамічна рівновага, деформація, маса, тиск, об'єм, температура, робота.

Головними поняттями розділу визначені елементи знань: речовина, температура, об'єм, тиск, маса, молекула, атом, кількість молекул, тепловий рух, ідеальний газ, ізопроцеси, газові закони, рівняння стану, агрегатні стани речовини, теплова рівновага.

Тема “Основи МКТ ідеального газу” базується на МКТ. Тема “Основи термодинаміки” побудована на основі законів термодинаміки, які тісно пов'язані із законом збереження і перетворення енергії. Тема “Властивості газів, рідин і твердих тіл” – на законах збереження маси і енергії, МКТ, принципах термодинаміки.

У дослідженні структури та послідовності вивчення елементів знань нами використовується методичний підхід розроблений М.І. Садовим [236]. Зображений за допомогою СЛС навчальний матеріал може бути поданий у вигляді матриці. У лінійній алгебрі під матрицею розуміють сукупність дійсних чисел, розміщених у вигляді прямокутної таблиці [7, 281].

СЛС вказаного типу описується матрицею суміжності $A = (a_{i,j})$, де $i, j = 1, 2, \dots, n$, а її елементи визначаються так:

$$a_{i,j} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } (x_i, x_j) \in Y, \\ 0, \text{ якщо } (x_i, x_j) \notin Y \end{cases} \quad (1.1)$$

Інформація про СЛС за допомогою матриці суміжності зберігається без зображення граф-схеми і використовується під час аналізу за допомогою комп'ютерної програми (дод. Ж).

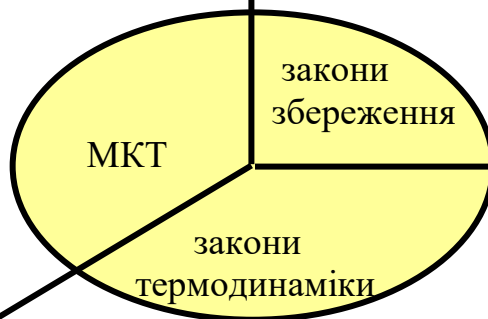
Крім матриць суміжності, інформація про взаємозв'язки між елементами знань описується матрицею досяжності $D = (a_{i,j})$, де $i, j = 1, 2, \dots, n$. Умови складання

ОСНОВИ МКТ

речовина	температура
атом	густина
молекула	концентрація
рух	кінетична енергія
маса	реальний газ
сили взаємодії	ідеальний газ
кількість частинок	рівняння стану
тиск	агрегатні стани
об'єм	швидкість
газові закони	

ВЛАСТИВОСТІ ГАЗІВ, РІДИН І ТВЕРДИХ ТІЛ

речовина
молекула
кінетична енергія
потенціальна енергія
рівняння стану
теплова рівновага
ідеальний газ
ізопроеци
тиск
об'єм
маса
температура
тепловий рух
кількість частинок
нагрівання
охолодження



ОСНОВИ ТЕРМОДИНАМІКИ

речовина
внутрішня енергія
температура
об'єм
термодинамічна рівновага
нагрівання
охолодження
агрегатні стани речовини
кипіння
випаровування
конденсація
кристалізація
плавлення
деформація
кількість теплоти
маса
тиск

Рис. 1.3. Перетин структурно-логічних схем розділу “Молекулярна фізика”

матриці досяжності такі: якщо існує послідовність “кроків”, що веде від елементу i до j , то в матриці ставиться 1, в іншому випадку – 0. Матриця досяжності показує досяжність однієї вершини до іншої через ребра. Рівність нулю суми елементів j -го стовпчика матриці суміжності $\sum a_j = 0$ доводить про формальне виділення вихідних даних. Якщо для певних $i = j$ одночасно $\sum a_i = \sum a_j = 0$, то дане поняття чи судження до теми, що вивчається, відношення не має.

У дослідженні здійснено побудову матриць суміжності та досяжності. Розглянемо для прикладу тему “Основи МКТ ідеального газу” (див. рис. 1.1). Спочатку виділялося поняття 1 – речовина і досліджувалися його зв’язки з іншими поняттями, зображеними в СЛС з урахуванням спрямованості ребер. За напрямками ребер графа встановлено, що цей елемент знань має зв’язки з поняттями 2 (частинки) і 12 (маса речовини). На перетині першого рядка з другим і дванадцятим стовпчиками в матриці фіксувалася цифра 1, на інших перетинах – 0. У матриці суміжності саме з собою поняття вважається незв’язаним. Проведений аналіз перетину усіх рядків і стовпців дозволив скласти матрицю суміжності СЛС теми “Основи МКТ ідеального газу” (рис. 1.4). Аналогічно побудовані матриці інших тем розділу “Молекулярна фізика” (дод. В.2, В.3, В.4).

Одиниці, які стоять на перетині з відповідними рядками, вказують на ті явища, поняття, судження, дії, теорії, які логічно пов’язані з іншими. Побудовані матриці не визначають порядок вивчення понять у часі. Елементи знань нульового стовпчика не використовуються під час вивчення наступних понять. У графі це означає, що з цієї вершини не виходить жодного ребра. Для встановлення подальшої послідовності вивчення понять теми з графа разом з ребрами усувається ця вершина. У матриці це зводилося до викреслювання стовпця з нулями і відповідного рядка. Одержувався новий граф і скорочена матриця. У новій матриці знову викреслювалися нульовий стовпчик і відповідний рядок. Скорочення матриці проводилося послідовно до повного її вичерпування.

Аналіз замкнутих або напівзамкнутих контурів СЛС надає можливість виявити помилки в логічній структурі навчального матеріалу. У цьому випадку на головній діагоналі з’являються ненульові елементи. Ознаки помилок визначаються: а) наяв-

ністю замкнених контурів тільки з додатною або від'ємною напрямленістю ребер. Додатня спрямованість допускає напрямок усіх ребер контура за годинниковою стрілкою, від'ємна – проти годинникової стрілки; б) наявністю вершин, які не мають вхідних ребер і не є вихідними для побудови СЛС; в) наявністю вершин, які не мають вхідних ребер і не являються кінцевими поняттями, судженнями або діями; г) наявністю незамкнених, напівзамкнених контурів, які включають поняття, судження або дії, що мають бути логічно прямо або непрямо пов'язані.

У роботі М.І. Садового [236] розроблена методика аналізу ознак помилок при формуванні змісту навчального матеріалу. Перша ознака помилки з'являється у випадку неправильної орієнтації ребер граф-схеми, тобто встановлення нелогічних зв'язків між поняттями. Інші ознаки виникають у таких випадках: 1) у СЛС відрізка навчального матеріалу, в більшості випадків у вихідній інформації, недостатньо певних понять, суджень, законів; 2) у СЛС внесена зайва інформація.

Наприклад, у СЛС знань учнів теми "Тверді тіла" (див. дод. А.11), низький коефіцієнт засвоєння мають елементи знань: в'язкість (8,31 %), переохолоджена рідина (3,49 %), фізичні властивості кристалічних тіл (32,91 %). За ознаками помилок у тексті підручника [59] недостатньо інформації про вказані поняття і властивості.

У нашому дослідженні ознаки доповнені: відсутність у структурі навчального матеріалу зв'язків між логічно пов'язаними поняттями, судженнями або самих понять чи суджень. Наприклад, у посібниках С.У. Гончаренка [58, 59] не розглядається графік адіабатного процесу, який використовується у подальшому при поясненні графічного зображення циклу Карно. Напівзамкнутий контур 16 – 17 – 18 (див. рис. 1.1) не має зв'язку 18 – 16 між кількістю речовини і молярною масою. Зв'язки 15 – 18, 15 – 14 дали змогу ввести означення кількості речовини, молярної маси, формулу для знаходження маси молекули та замкнути напівзамкнені контури 16 – 17 – 18 – 15 і 14 – 15 – 18.

Незамкнені контури, до складу яких входять логічно пов'язані між собою поняття і судження, що відносяться до основного матеріалу, мають не менше двох зв'язків і використовуються для формування таких елементів знань, слід замикати. Наприклад, рис. 1.1, у контурі 62 – 63 – 61 – 15 не вистачає зв'язку між елементами

15 (стала Авогадро) і 62 (основне рівняння МКТ). Учні з курсу хімії знають поняття молярного об'єму. При такому підході універсальна газова стала характеризується за параметрами p, V, T .

Якщо конкретні поняття або судження мають подібний характер зв'язків (при з'ясуванні відношень використовуються однакові методи і теореми), або вони відносяться до другорядного матеріалу, то у цьому випадку, з дидактичних міркувань, контур не завжди замикається.

Наприклад, напівзамкнений контур 27 – 4 – 26 – 28, рис. 1.1, немає зв'язку між елементами знань 28 і 26, який пов'язав би явище осмосу з температурою. Зв'язок 28 – 25 вказує на залежність дифузії від температури. Осмос є різновидом явища дифузії, тому зв'язок 28 – 26 віднесено до другорядного. З таких міркувань контур 27 – 4 – 26 залишається незамкненим.

На основі моделі навчального матеріалу, зображеного у вигляді матриці суміжності, обчислені кількісні показники [236, 237], що характеризують: 1) положення кожного окремого структурного елемента у загальній системі цього навчального матеріалу (S_j, S_i, S); 2) структуру навчального матеріалу як єдиного цілого ($I_n, I_m, I_k, I_{en}, I_{em}, I_{ek}, p, U_n, U_m, U_k, w, k, j$).

Множину кількісних показників першого виду складають: 1) кількість зв'язків певного структурного елемента з іншими структурними елементами, що його характеризують. У матриці це число є сумою елементів вказаного стовпчика:

$$S_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} ; \quad (1.2)$$

2) кількість зв'язків певного структурного елемента з структурними елементами, що характеризуються через нього. У матриці це число є сумою елементів вказаного рядка:

$$S_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} ; \quad (1.3)$$

3) загальне число зв'язків певного структурного елемента:

$$S = S_i + S_j = \sum_{j=1}^n a_{ij} + \sum_{i=1}^n a_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij} . \quad (1.4)$$

Останній показник вказує на значущість кожного структурного елемента у

межах визначеної теми.

У результаті дослідження виявлено, що у СЛС теми “Основи МКТ ідеального газу” (див. рис. 1.1, 1.2), найбільшу кількість зв’язків з іншими структурними елементами мають такі елементи знань: маса молекули, кількість речовини, основне рівняння МКТ, температура, МКТ.

Найбільшу кількість зв’язків цього структурного елемента з іншими структурними елементами, що характеризуються через нього, становлять такі елементи: частинки, кількість частинок, середня кінетична енергія, взаємодія частинок, тепловий рух, мікроскопічні параметри, макроскопічні параметри, температура, швидкість молекул, стала Авогадро, ідеальний газ, молекула, основне рівняння МКТ.

Найбільш значущими елементами у межах цієї теми є: температура, частинки, кількість частинок, маса частинки, взаємодія, рух, швидкість частинок, стала Авогадро, мікроскопічні параметри, макроскопічні параметри, ідеальний газ, основне рівняння МКТ, рівняння стану, середня кінетична енергія.

У СЛС теми “Взаємне перетворення рідин і газів” (див. дод. А.7, В.2) найбільшу кількість зв’язків з іншими структурними елементами, що характеризують цей елемент, мають елементи знань: пароутворення, пара, абсолютна та відносна вологість, насичена пара, МКТ, поверхневий натяг, висота підняття рідини у капілярах.

Найбільшу кількість зв’язків цього структурного елемента з структурними елементами, що характеризуються через нього, мають такі елементи: газ, рідина, тиск насиченої пари, будова рідини, властивості рідини, умови кипіння, критичний стан речовини.

Найбільш значущими елементами у межах цієї теми є: газ, рідина, пароутворення, кипіння, абсолютна вологість, відносна вологість, ненасичена пара, насичена пара, будова рідини, умови кипіння, температура кипіння, властивості рідини, поверхневий натяг, висота підняття рідини у капілярі, явище капілярності.

У СЛС теми “Тверді тіла” (див. дод. А.11, В.3) найбільшу кількість зв’язків з іншими структурними елементами, що характеризують цей елемент, мають елементи: полікристалічні тіла, монокристалічні тіла, діаграма розтягу, закон Гука, механічна напруга.

Найбільшу кількість зв’язків цього структурного елемента з структурними

елементами, що характеризуються через нього, є елементи: кристалічні тіла, зовнішні ознаки кристалу, кристалічна гратка, фізичні властивості кристалічних тіл, аморфні тіла, механічні властивості твердих тіл, деформація.

Найбільш значущими елементами у межах цієї теми є: кристалічні тіла, монокристалічні тіла, полікристалічні тіла, зовнішні ознаки кристалу, кристалічна гратка, фізичні властивості кристалічних тіл, аморфні тіла, будова аморфних тіл, МКТ, діаграма розтягу, механічні властивості твердих тіл, деформація, механічна напруга, закон Гука.

У СЛС теми “Основи термодинаміки” (див. дод. А.15, В.4) найбільшу кількість зв’язків з іншими структурними елементами, що його характеризують, мають елементи знань: термодинамічна система, перший закон термодинаміки, другий закон термодинаміки, внутрішня енергія.

Найбільшу кількість зв’язків цього структурного елемента з структурними елементами, що характеризуються через нього, мають такі елементи: термодинамічні параметри, термодинамічні процеси, зміна внутрішньої енергії, кількість теплоти, теплопередача, робота, теплова машина.

Найбільш значущими елементами у межах цієї теми є: термодинамічна система, перший закон термодинаміки, термодинамічні процеси, робота, другий закон термодинаміки, внутрішня енергія, кількість теплоти, теплопередача, теплова машина, ККД теплової машини.

У матриці суміжності СЛС теми “Основи МКТ ідеального газу” (див. рис. 1.4) нульові стовпці визначили першу групу понять: речовина, стала Авогадро, стала Больцмана, моль, атомна одиниця маси, безперервний хаотичний рух, тепловий контакт, реальний газ. Усі елементи знань першої групи на повторення з курсів природничих наук базової школи (рис. 1.5).

За підручниками Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева [175], М.М. Шахмаєва, С.М. Шахмаєва, Д.Ш. Шодієва [311] СЛС побудовані з аналогічних вихідних елементів знань. Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко [128] доповнили їх поняттями про термодинамічний та молекулярно-кінетичний підхід (див. дод. А.1 – А.4).

Шляхом викреслювання наступних нульових стовпчиків і відповідних рядків

матриці нами знайдена друга група понять, які вивчаються на основі першої: частинки, відносна молекулярна маса, ідеальний газ, теплопередача. Третю групу становили елементи знань: атом, молекула, міжмолекулярні проміжки, дослід Д. Релея і В. Рентгена, молярна маса, кількість частинок, тепловий рух, макроскопічні параметри, мікроскопічні параметри, теплова рівновага. У четверту і п'яту групу ввійшли елементи знань: розмір частинок, взаємодія між частинками, температура, об'єм, тиск, взаємодія, сили притягання і відштовхування, дифузія, швидкість молекул, броунівський рух, дослід Штерна, шкала Цельсія, термодинамічна шкала, маса речовини, маса частинки, концентрація. Шосту групу склали елементи знань: густина, кількість речовини, осмос, застосування дифузії, середня квадратична швидкість, середня швидкість, абсолютна температура, зв'язок термодинамічної шкали і шкали Цельсія. Сьома група містила елементи знань: середня кінетична енергія, основне рівняння МКТ, абсолютний нуль. Закінчила цю послідовність понять такі елементи: основне рівняння МКТ, стала Больцмана, універсальна газова стала, рівняння стану, ізопроцеси, ізотермічний, ізобарний, ізохорний, закон Бойля – Маріотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля, ізотерма, ізобара, ізохора.

У матриці СЛС теми “Взаємне перетворення рідин і газів” (див. дод. В.2) нульові стовпці визначили першу групу понять: речовина, агрегатні стани речовини, швидкість молекул, маса речовини, об'єм, кількість молекул, хаотичний рух, коливання, сила тяжіння, сили взаємодії, тиск, атмосферний тиск, гідростатичний тиск, потенціальна енергія. Після викреслювання наступних нульових стовпчиків і відповідних рядків одержана друга група понять: пароутворення, кінетична енергія, концентрація, положення рівноваги, зчеплення, температура. Третю групу становили елементи знань: газ, випаровування, явище змочування. Четверту групу склали поняття, які вивчалися на основі попередніх: ідеальний газ, реальний газ, пара, конденсація, явище капілярності. Наступні елементи знань: межі застосування моделі ідеального газу, рівняння стану, газові закони, рідина, будова рідини, властивості рідини, вологість, кипіння, ненасичена пара, динамічна рівновага, капіляр. Сьома група містила елементи знань: абсолютна і відносна вологість, насичена пара, умови кипіння, перегріта рідина, ближній порядок, текучість, пружність, власний об'єм,

молекули. У восьму і дев'яту групу увійшли: психрометр, гігрометр, температура кипіння, тиск насиченої пари, властивості насиченої пари, вільна поверхня, поверхневий шар рідини, сфера молекулярної дії, рівнодійна сила, точка роси. Десяту і одинадцяту групу склали такі елементи знань: критичний стан речовини, сили поверхневого натягу, поверхневий натяг, критична температура, дослідження Авенаріуса. Завершили послідовність вивчення цієї теми такі елементи знань: додатковий тиск, формула Лапласа, висота підняття рідини в капілярах, поверхнево-активні речовини, застосування явищ змочування і капілярності, зріджені гази.

Аналіз матриці суміжності СЛС теми “Тверді тіла” (див. дод. В.3) дозволив визначити елементи знань на повторення. До першої групи понять увійшли: речовина, електростатичні сили, частинки, ковалентний зв'язок, сили взаємодії, деформація, довжина, сила, площа, час, нагрівання, модуль пружності, положення рівноваги. Після викреслювання наступних нульових стовпчиків і відповідних рядків здобута друга група понять, які вивчаються на основі першої: твердий стан, іон, електрон, атом, молекула, розтяг, стиск, абсолютне видовження, механічна напруга, рідина, в'язкість. Третю групу склали поняття: кристалічні тіла, аморфні тіла, рідкі кристали, закон Гука, відносне видовження тіла. Четверта і п'ята група містили елементи знань: зовнішні ознаки (правильна геометрична форма, збереження об'єму, колір, сталість кутів), внутрішня будова кристалічних тіл (кристалічна решітка), в'язка рідина, внутрішня будова аморфних тіл, ближній порядок, монокристали, полікристали, фізичні властивості кристалічних тіл (механічні, теплові, оптичні, електричні, магнітні), анізотропія, ізотропія, механічні властивості твердих тіл (пружність, пластичність, крихкість), межа пропорційності. У шосту і сьому групу увійшли елементи знань: види кристалічних решіток, упорядкованість, коливання, температура плавлення, межа пружності, дальній порядок, межа текучості, ближній порядок. Завершальну групу становили елементи знань: вузли, межа міцності, руйнування, переохолоджена рідина.

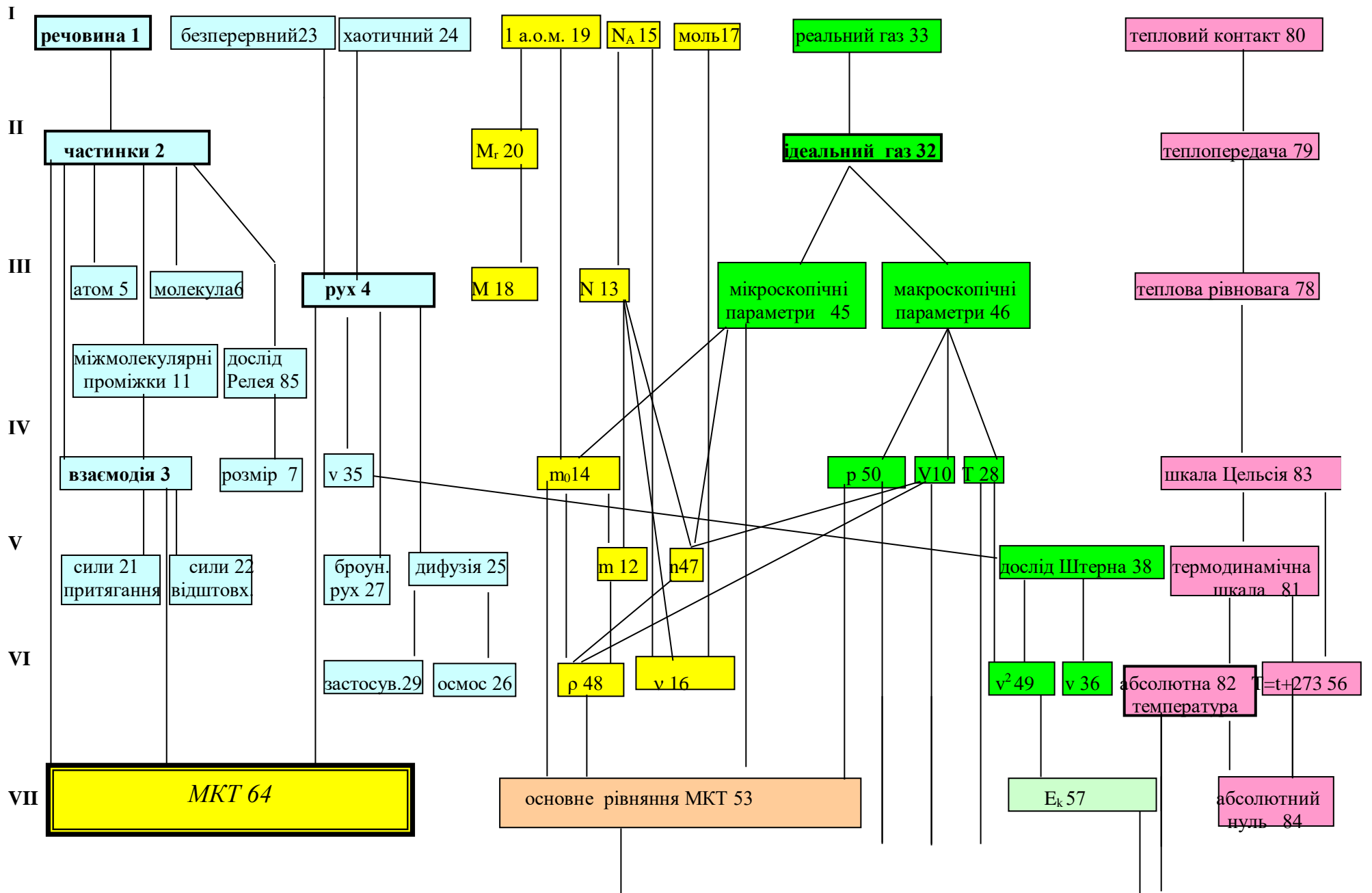
У матриці СЛС теми “Основи термодинаміки” (див. дод. В.4) нульові стовпці визначили першу групу понять: речовина, термодинаміка, ідеальний газ, закон збереження і перетворення енергії, оточуюче середовище, хаотичний рух, питома теп-

лота плавлення, питома теплота пароутворення, питома теплота згоряння палива, кількість теплоти, термодинамічна температура, енергія, площа, маса, питома теплоємність, деформація, тертя. Другу групу понять становили: макроскопічна система, термодинамічний метод, зміна об'єму, тиск, молекула, внутрішня енергія, фізичне тіло, агрегатні стани речовини, внутрішня енергія. До третьої групи ввійшли елементи знань: мікроскопічні та макроскопічні величини, макроскопічне тіло, рух, кінетична енергія, сили взаємодії, ККД. Четверту і п'яту групу склали: реальний газ, стан, зміна стану, рівноважний стан, нерівноважний стан, макроскопічне тіло, термодинамічні параметри, термодинамічна система, потенціальна енергія, внутрішня енергія ідеального і реального газу, залежність внутрішньої енергії ідеального газу від температури. Шоста і сьома групи містили елементи знань: рівноважний процес, необоротний процес, оборотний процес, термодинамічний процес, зміна внутрішньої енергії, залежність внутрішньої енергії від об'єму і температури, ізопроцеси, адіабатний процес, робота, теплопередача. Восьму і дев'яту групу склали елементи знань: графіки ізопроцесів, нагрівання, охолодження, плавлення, випаровування, геометричне тлумачення роботи, згоряння речовини, робота газу при ізобарному процесі, теплові машини. Десята група містила відомості про реактивний двигун, газові і парові турбіни, двигун внутрішнього згоряння, принцип роботи теплових двигунів, застосування теплових двигунів. Завершили послідовність елементи знань: нагрівник, робоче тіло, холодильник, цикл Карно, перший закон термодинаміки, застосування першого закону термодинаміки до термодинамічних процесів, другий закон термодинаміки, вічний двигун першого та другого роду, ідеальна теплова машина, ККД ідеальної теплової машини.

На основі результатів опрацювання матриць суміжності будувалися “дерева” СЛС (рис. 1.5, дод. Е). Метод “дерев” дозволив дослідити послідовність викладу, зміст та логічне упорядкування навчального матеріалу (розд. 2.1).

Аналіз матриці досяжності показав, що центральні поняття теми мають найбільшу кількість досяжних понять. Вершина a_j називається досяжною із a_i , якщо існує шлях у граф-схемі, який веде із a_i в a_j .

На рис. 1.6 зображена матриця досяжності теми “Основи МКТ ідеального газу”.



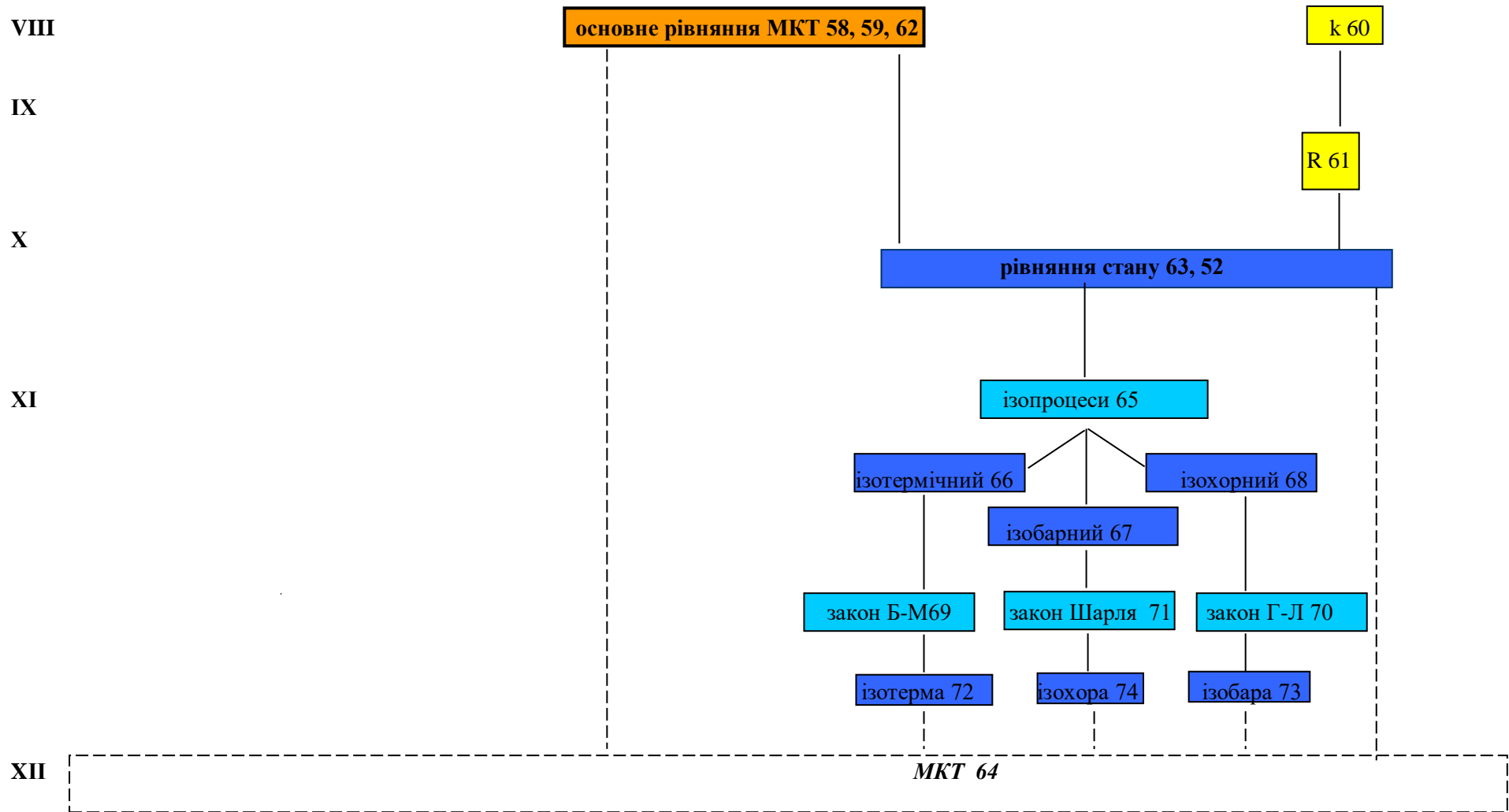


Рис. 1.5. Дерево структурно-логічної схеми теми “Основи МКТ ідеального газу”

За кількістю зв'язків до центральних понять теми віднесені: речовина – 22, частинки – 39, кількість частинок – 31, маса молекули – 25, стала Авогадро – 19, ідеальний газ – 39, мікроскопічні параметри – 24, макроскопічні параметри – 20, концентрація – 25, середня квадратична швидкість – 20, тиск – 24, основне рівняння МКТ – 31, середня кінетична енергія – 21, стала Больцмана – 18, універсальна газова стала – 18, рівняння стану – 35, ізопроцеси – 33, температура – 16 зв'язків. МКТ використана під час вивчення 34 елементів знань: броунівський рух, дифузія, кількість речовини, взаємодія частинок, тепловий рух, ідеальний газ та ін. (дод. 3.1).

Відповідно до кількості відношень між елементами знань нами до наскрізних віднесени поняття, які є універсальними в процесі вивчення шкільного курсу фізики: речовина, рух, взаємодія, енергія, збереження, маса, ідеальний газ. До головних – елементи знань, які були первинними при формуванні змісту наскрізних понять у розділі “Молекулярна фізика”. Базові елементи знань розкривають сутність, глибину змісту головних понять. До опорних елементів знань увійшли поняття, які використовувалися з інших предметів або на повторення з фізики для повноти розуміння змісту головних, базових елементів знань та зв'язків між ними. Окремо виділені елементи знань прикладного значення та пов'язані з обраним профільним напрямком.

За допомогою матриць досяжності нами на основі методики М.І. Садового [236] між елементами знань, які є головними, визначені “сильні” зв'язки (дод. Д, 3). На рис. 1.1 до них віднесені зв'язки: 1 – 2, 1 – 12, 2 – 13, 2 – 3, 2 – 4, 2 – 11, 2 – 13, 2 – 14, 2 – 35, 3 – 64, 4 – 64, 2 – 64, 32 – 46, 32 – 45, 45 – 50, 45 – 10, 45 – 28, 46 – 14, 46 – 47, 59 – 64, 57 – 28, 63 – 64, 63 – 65, 66 – 69, 67 – 70, 68 – 71, 65 – 66, 65 – 67, 65 – 68. Потім добиралися зв'язки другорядного значення, між головними та базовими елементами знань: 2 – 7, 3 – 21, 3 – 22, 4 – 25, 4 – 27, 33 – 32, 32 – 6, 35 – 49, 49 – 57, 57 – 58, 57 – 60, 60 – 61, 7 – 85, 35 – 38, 79 – 78, 78 – 81, 81 – 56, 81 – 82, 82 – 84, 11 – 87, 52 – 77, 58 – 62. Вказані зв'язки названі нами достатніми. До “слабких” зв'язків віднесені відношення між міжпредметними поняттями, у тому числі прикладного та профільного значення: 5 – 6, 8 – 10, 9 – 10, 4 – 26, 25 – 29. Решта зв'язків вважалися середніми (між базовими та опорними знаннями): 2 – 6, 2 – 5, 8 – 85, 8 – 79, 12 – 16, 14 – 48, 15 – 61, 28 – 30, 28 – 31, 39 – 38, 40 – 38, 43 – 40, 54 – 59, 78 – 83.

За змістом М.Д. Татух [292] виділяє такі види зв'язків: логіко-генетичні, структурно-функціональні, причинно-наслідкові. У нашому дослідженні елементи знань, які мали сильні зв'язки, віднесені нами до групи А. Елементи знань з переважно достатніми зв'язками входили до групи В. Поняття, що мають середні зв'язки, вважалися групою С, усі інші – склали групу D (див. дод. Ж). Аналогічно здійснено аналіз зв'язків з кожної теми.

У дослідженнях М.І. Садового [236], А.М. Пехлецької [197], І.П. Підласого [198] виділено характеристики навчального матеріалу: складність і трудність. Складність залежить від: а) кількості понять, явищ, суджень у ньому; б) числа логічних ланок, які слід пройти, щоб знайти розв'язок; в) структури розв'язування та числа етапів перекодування.

М.В. Гадецький, Т.М. Хлебнікова [48] під трудністю розуміють розрив між підготовленістю учнів до процесу навчання і тими вимогами, які цей процес ставить перед ними. В.Д. Шарко [310] пропонує означення трудності як суб'єктивної характеристики матеріалу з позиції того, хто його вивчає. Трудність залежить від рівня підготовки учня до засвоєння матеріалу.

У нашому дослідженні складність навчального матеріалу оцінювалась за кількістю елементів знань та зв'язків, що логічно їх пов'язують. Ранг граф-схеми вказав на кількість перекодувань під час вивчення певної інформації.

Трудність розглядалася з позицій рівневої диференціації (початковий, середній, достатній та високий рівень засвоєння) та психофізіологічних особливостей учнів (професійне спрямування, індивідуальні інтереси та здібності). Такий підхід до змісту навчального матеріалу дав змогу здійснити ущільнення, розширення, переформулювання, інтеграцію інформації, яка надається школярам.

Для виконання об'єктивних кількісних підрахунків, які характеризують навчальний матеріал, у дослідженні використовувалась методика М.І. Садового [236–237]. Кількісні показники структури навчального матеріалу підручників приведені в таблиці 1.1 (введені умовні позначення: М – підручник Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева [175]; Ш – підручник М.М. Шахмаєва, С.М. Шахмаєва, Д.Ш. Шодієва [311]; Г – пробні посібники С.У. Гончаренка [58, 59], де у дужках

Таблиця 1.1

Кількісні показники структури навчального матеріалу розділу “Молекулярна фізика”

Тема розділу	Автори підручника	Семантичні характеристики			Ентропійні характеристики			Складність матеріалу p	Відносний об'єм інформації			Відносний ступінь логічного упорядкування w	Рівень інформації k	Середня густина інформації j
		I_n	I_m	I_k	I_{en}	I_{em}	I_{ek}		U_n	U_m	U_k			
Основи МКТ ідеального газу	M ¹	101	142	31	673,91	1016,70	155,02	2,81	454 155	1 033 679	24 025	6,67	18,79	24 170
	Ш	97	138	27	641,63	982,41	129,80	2,85	411 689	965 129	16 848	6,61	18,65	22 074
	Г(г)	87	128	40	562,03	897,53	214,32	2,94	315 874	790 321	45 935	6,46	18,27	17 289
	Г(п)	125	185	45	872,25	1394,88	248,59	2,96	760 820	1 945 690	61 794	6,98	19,54	38 937
	К	98	128	31	649,68	897,53	155,02	2,59	422 084	790 321	24 025	6,63	18,69	22 583
Властивості пари і рідини	М	63	79	15	378,00	499,43	60,01	2,50	142 884	249 430	3 600	6,00	17,12	8 346
	Ш	70	94	16	430,48	617,57	65,40	2,69	185 313	381 393	4 277	6,15	17,5	10 589
	Г(г)	93	126	17	609,64	887,65	70,90	2,71	371 658	787 925	5 027	6,56	18,51	20 079
	Г(п)	115	158	20	788,75	1155,55	87,86	2,75	622 126	1 335 296	7 719	6,86	19,25	32 318
	К	54	68	9	312,19	415,38	29,90	2,52	97 463	172 541	894	5,78	16,57	5 882
Тверді тіла	М	64	83	9	385,43	530,56	29,90	2,59	148 556	281 494	894	6,02	17,18	8 647
	Ш	65	78	11	392,89	491,69	39,43	2,40	154 363	241 759	1 555	6,04	17,24	8 954
	Г(г)	77	98	14	484,02	649,74	54,70	2,55	234 279	422 164	2 992	6,29	17,84	13 132
	Г(п)	122	160	22	847,07	1173,07	99,53	2,62	717 527	1 376 093	9 906	6,94	19,45	36 890
	К	37	42	3	194,17	227,90	6,00	2,27	37 702	51 938	36	5,25	15,20	2 480
Основи термодинаміки	М	95	112	9	625,57	763,86	29,90	2,36	391 338	583 482	894	6,58	18,58	21 062
	Ш	67	80	12	407,86	507,19	44,41	2,39	166 350	257 242	1 972	6,09	17,35	9 588
	Г(г)	107	139	14	722,84	991,07	54,70	2,60	522 505	982 218	2 992	6,76	19,00	27 500
	Г(п)	126	166	18	880,66	1225,82	76,47	2,63	775 566	1 502 627	5 848	6,99	19,57	39 630
	К	48	54	7	269,51	312,19	21,00	2,25	72 635	97 463	441	5,61	16,15	4 498
Всього	М	323	416	64				2,56	1 136 933	2 148 085	29 413	6,31	17,57	
	Ш	299	390	66				2,58	917 715	1 845 520	24 652	6,22	17,69	
	Г(г)	364	491	85				2,70	2 400 310	4 820 686	74 607	6,52	18,41	
	Г(п)	488	669	105				2,73	2 876 039	6 159 706	85 267	6,74	18,93	
	К	237	292	50				2,41	625 150	110 696	25 239	5,82	16,63	

вказано елементи і зв'язки за підручником для ліцеїв і класів природничо-наукового профілю; К – підручник Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка [128]).

З усіх тем найбільшу кількість елементів містять СЛС навчального матеріалу підручника С.У. Гончаренка – 364 (488), дещо менше у Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева (323), найменше у підручнику Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка – 237. Різниця виявляється у різній кількості вивчення елементів знань, повторенні елементів з інших розділів фізики, застосуванні додаткового матеріалу.

Найбільшу кількість зв'язків має СЛС навчального матеріалу підручника С.У. Гончаренка – 491 (669) та Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева – 416. Найменша кількість зв'язків у підручнику Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка – 292.

Кількість контурів у підручнику С.У. Гончаренка – 85 (105), у Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева – 64, у М.М. Шахмаєва, С.М. Шахмаєва, Д.Ш. Шодієва – 66, у Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка – 50. Утворення замкнених контурів означає концентрацію елементів знань навколо фундаментальних теоретичних положень та фізичних теорій.

У дослідженнях А.М. Сохора [264] визначено зв'язок степеня графа зі складністю та логічною впорядкованістю змісту навчального матеріалу. Середнє значення складності навчального матеріалу у підручнику Г.Я. Мякишева – 2,56, М.М. Шахмаєва – 2,58, С.У. Гончаренка – 2,70 (2,73), Є.В. Коршака – 2,41. За цими показниками навчальний матеріал підручника Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка характеризується доступністю для учнів.

Кількість відносної інформації за числом елементів U_n , відношень U_m і замкнених контурів U_k вказує про інформаційне узагальнення навчального матеріалу розділу.

Відносний об'єм інформації за кількістю елементів знань найбільший у посібнику С.У. Гончаренка [59] – 2 400 310 (2 876 039). У ньому інформації в 2,5 рази більше, ніж у підручнику Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка, в 1,7 рази більше, ніж у підручнику М.М. Шахмаєва.

Відносний об'єм інформації за кількістю відношень у числовому вираженні найбільший у підручнику С.У. Гончаренка – 4 820 686, найменший у Є.В. Коршака –

1 112 263. Рівень інформації має аналогічну порівняльну оцінку (див. табл.1.1).

Таким чином, у підручнику з фізики для 10 класу С.У. Гончаренка тема “Молекулярна фізика” викладена найбільш об’ємно. Зростання або зменшення відносного об’єму інформації у підручниках вимагає дослідження і наукового обґрунтування.

Величина $c = w/n$ показує ступінь організації структури навчального матеріалу теми, розділу, курсу. У таблиці 1.2 наведені середні показники курсу фізики середньої школи [236]. Вказані кількісні показники не претендують на абсолютну визначальність, а рекомендуються для порівняльних співставлень.

Таблиця 1.2

Зведені дані характеристик навчального матеріалу

	w	c	k	R
Пьоришкін О.В.	5,78	0,140	16,5	181
Мякишев Г.Я.	6,31	0,082	17,6	260
Гончаренко С.У.	6,52	0,074	18,4	275
Коршак Є.В.	5,82	0,110	16,6	145

Дані табл. 1.2 свідчать, що відносний степінь логічного упорядкування елементів (w), рівень інформації (k), складність навчального матеріалу (R) з молекулярної фізики найбільші за підручником С.У. Гончаренка.

Рівнева диференціація та профільна орієнтація навчання, запровадження нових освітніх та інформаційних технологій, змінені відносини в суспільстві спонукають до перегляду змісту навчальної програми та підручників старшої школи [198], дають підстави для встановлення границь і напрямку навантаження учнів, вимагають удосконалення методики вивчення молекулярної фізики.

“Стрімке зростання обсягу інформації зумовлює потребу її ретельного поелементного аналізу і оптимального добору. Суперечність між масовим потоком нової інформації і рамками навчально-виховного процесу створює проблему базової освіти і потребу засвоєння мінімуму знань. Систематична робота з добору навчального матеріалу та його цілеспрямованому оновленню – одне із істотних джерел інноваційних процесів у дидактиці фізики” [240].

Визначені нами методи дослідження у ході теоретичного аналізу структури і змісту навчального матеріалу з молекулярної фізики, відповідної методичної і спеціальної літератури привели до таких висновків:

1. Розділ “Молекулярна фізика” складає цілісну систему взаємопов’язаних елементів знань про будову та властивості агрегатних станів речовини і є підсистемою курсу фізики загальноосвітньої школи. Системний підхід поєднує в собі виявлення структури системи і зв’язків між її елементами (аналіз) та механізмів функціонування системи як цілісності (синтез), тому дозволяє дослідити структуру та зміст навчального матеріалу з молекулярної фізики.

2. Виділені нами якісні методи системного аналізу (метод морфологічного аналізу, метод діагностики) та методи формалізованого подання систем (метод граф-схем, метод дерева, метод матриць) дають змогу: 1) дослідити взаємозв’язок і взаємозумовленість структурних елементів знань розділу; 2) встановити зовнішні та внутрішні зв’язки системи; 3) виявити недоліки у логіці викладення змісту навчального матеріалу; 4) визначити напрями удосконалення методики навчання молекулярної фізики та термодинаміки.

3. Дослідження зв’язків між елементами знань за допомогою комп’ютерного опрацювання матриць суміжності та досяжності, кількісні показники, аналіз замкнених або напівзамкнених контурів СЛС дозволяють: 1) охарактеризувати положення і встановити складність кожного структурного елемента знань у межах системи; 2) виявити помилки в логічній структурі навчального матеріалу та визначити його логічну послідовність; 3) здійснити поділ елементів знань за рівнями складності.

4. Методика перетину СЛС дає можливість виділити основні поняття розділу: речовина, агрегатні стани речовини, температура, об’єм, тиск, маса, молекула, атом, тепловий рух, сили взаємодії, внутрішня енергія, ідеальний газ, ізопроцеси, газові закони, рівняння стану, теплова рівновага, нагрівання, охолодження.

5. Кількісні характеристики підручників з молекулярної фізики різних років видання вказують на збільшення інформаційного навантаження учнів. Найбільшу інформаційну насиченість та ступінь логічного упорядкування має підручник С.У. Гончаренка, який містить нові наукові досягнення фізики.

1.2. Системно-логічний аналіз структури знань учнів з молекулярної фізики

Навчальний процес з фізики має забезпечити оволодіння учнями знань, умінь та навичок, розвиток їх творчих здібностей і пізнавальних процесів. Знання має подвійне тлумачення: означає результат наукового пізнання та виступає як предмет засвоєння. У межах освіти з одного боку певна сума знань закладається у зміст підручників, посібників, а з іншого, під час відтворення вивченого навчального матеріалу, є результатом його засвоєння.

С.У. Гончаренко під знаннями розуміє особливу форму духовного засвоєння результатів пізнання, процесу відображення дійсності, яка характеризується усвідомленням їх істинності. Знання виражаються у поняттях, судженнях, умовиводах, концепціях, теоріях [56].

П.С. Атаманчук вважає, що знання – це не закріплена структура, яку можна певним чином “спожити” і таким чином збагатити свою свідомість; знання – це динамічна структура, яка породжується взаємодією між учнем і об’єктом пізнання. Знання – це така особистісна якість, яка відображає у собі змістовно-діяльнісну характеристику процесу навчання [3].

О.І. Ляшенко [150] розглядає наукове знання як поліструктурний феномен і виділяє такі його зрізи: 1) філософський, що дозволяє дослідити гносеологічний, логічний і семіотичний аспекти знання; 2) соціологічний, що виявляє особливості функціонування знання як суспільно-історичної категорії; 3) дидактичний, який з’ясовує загальні закономірності процесу навчання; 4) психологічний, який вивчає механізми засвоєння знання і пов’язаного з цим психічного розвитку школяра на різних етапах її онтогенезу; 5) методичний, який виступає як прикладний до дидактичного і покликаний реалізувати предметно-змістову специфіку знання в реальному навчальному процесі.

У педагогіці знання розрізняються у таких аспектах: 1) за локалізацією відображення (знакові, образні, матеріальні, процедурні); 2) за психологічним рівнем (знання – упізнавання – відтворення – розуміння – застосування – автоматичні дії – відношення та знання – потреба); 3) за ступенем узагальненості (факти – явища, поняття – терміни, зв’язки – закономірності, гіпотези – теорії, методологічні знання,

оцінні знання) [23, 101, 171, 189].

Користуючись типологією навчальних знань за їх функціональним призначенням, О.О. Кузнецов [136] виділяє такі групи: 1) знання, які спрямовані на опис об'єкту, процесу, явища, що вивчаються; 2) знання, що якісно пояснюють об'єкт або процес на феноменологічному рівні; 3) знання, які орієнтовані на теоретичне узагальнення; 4) знання, пов'язані з перетворенням оточуючої дійсності, тобто спрямовані на виконання життєвих або професійних завдань (знання-знайомства, знання-копії, знання-навички, знання-уміння, знання-переконання, знання-трансформації, системні знання).

Вказані класифікації знань визначають глибину змісту структурних елементів розділу, що є актуальним для рівневого поділу навчального матеріалу, і залежать від профілю навчання.

У працях І.Я. Лернера, М.М. Скаткіна [80, 140, 256] розглядаються шість видів знань: знання теорії, знання наукового факту, знання закону, знання наукового поняття, методологічні знання і оцінювальні знання. М.І. Садовий [236] доповнив такими видами знань: знання наукового судження, знання фундаментальних принципів наукової картини світу, знання експерименту, знання рівневої диференціації, знання подібності. Останнім часом у дослідженнях М.І. Садового пропонуються нові властивості знань, які впливають з поняття інформаційного суспільства, коли знання стають продуктивною силою.

Нами розглядалося визначення знання як результату пізнавальної діяльності учня, що виражається у вигляді уявлень, понять, суджень, дій, теорій, на певному рівні засвоєння. Знання формуються на основі навчального матеріалу за допомогою методів навчання у ході навчально-пізнавальної діяльності учня. Вивчити логічну структуру знань учнів – означає виявити засвоєння учнями елементів знань (див.розд. 1.1) та розуміння відношень між ними.

“З елементів змісту навчального матеріалу формуються погляди учнів на навколишню дійсність, діалектико-матеріалістичне розуміння світу... Через зміст, трансформований у раціональну систему методів навчання та форм організації пізнавальної діяльності учнів, здійснюється їх розумовий розвиток і оволодіння

досвідом творчої діяльності” [310].

Традиційні методи перевірки знань не повною мірою дозволяють зробити висновки про структуру знань учнів. Для її дослідження нами, на основі відповідей школярів, обчислені коефіцієнти засвоєння (див. розд. 1.1) і побудовані СЛС знань учнів (див. рис. 1.2). Порівняння СЛС навчального матеріалу та СЛС знань учнів з даної теми, складених на основі аналізу усних відповідей та письмових робіт школярів, дає можливість встановити об’єктивні та суб’єктивні якості їх знань: повноту, глибину, конкретність, системність, усвідомленість та ін.

Поелементний аналіз контрольних робіт констатує експерименту був спрямований не тільки на виявлення сутності понять, а й на вміння встановлювати необхідні логічні зв’язки між ними. У результаті забезпечувалися умови для побудови СЛС знань учнів з молекулярної фізики.

Наприклад, аналіз коефіцієнтів засвоєння знань учнів з теми “Основи МКТ ідеального газу” (див. рис. 1.2) свідчить, що вищі за інші показники мають елементи знань учнів: означення броунівського руху (58,97 %), дифузії (64,26 %), теплового руху (61,09 %), ізопроесу (63,08 %); кількість частинок (56,49 %), рівняння стану (61,78 %), концентрація (57,20 %), густина (68,40 %), шкала Цельсія (81,67 %).

Найменші показники знань належать елементам: сили взаємодії (39,91 %), закономірності броунівського руху (27,38 %), властивості ідеального газу (31,91 %), стала Больцмана (28,39 %), 1 а.о.м. (36,32 %), означення кількості речовини (41,19 %), відносної молекулярної маси (39,16 %), абсолютного нуля (32,58 %), молярної маси (39,81 %), моль (36,92 %), температура (44,92 %), дослід Штерна (33,34 %), універсальна газова стала (30,72 %), вічний двигун (24,02 %).

Аналіз вказаних результатів доводить, що учні засвоюють означення основних понять та формули. Елементи знань, які мають у своєму поясненні складні логічні відношення або міжпредметні зв’язки, школярами оволодіваються не повною мірою. Застосування понять та формул під час виконання завдань вказують про поверхневність знань учнів і нерозуміння їх фізичного змісту (див. розд. 3).

Для побудови структури знань того чи іншого розділу фізики виділяється мета навчання, яка містить такі компоненти: запас наукових знань, розумовий розвиток,

володіння спеціальним комплексом практичних умінь, діалектико-матеріалістичний світогляд, активна творча діяльність учня. У нашому дослідженні розумовий розвиток розглядався як певна організація пам'яті та запас операцій мислення.

На думку І.Я. Лернера [140], під час процесу навчання учень проходить три рівні засвоєння матеріалу: розпізнавання, застосування і творче застосування. В.П. Беспалько, Е.М. Браверман, І.В. Лов'янова [8, 20, 144] більш диференційовано визначають рівні засвоєння знань: розпізнавання, відтворення, застосування, творчий. У нашому дослідженні, на основі аналізу СЛС тем молекулярної фізики та термодинаміки, завдання для контрольних і самостійних робіт розроблені так, щоб перевірити початковий, середній, достатній та високий рівні засвоєння навчального матеріалу. Відповіді учнів проаналізовані поелементно, враховуючи всі їх внутрішні зв'язки. Навчальний матеріал розділу побудований згідно визначеної технології.

Наприклад, засвоєння деяких елементів знань про характер руху частинок, з яких складаються тіла, перевірялися серією запитань: 1 (п). Назвати об'єкти, в яких відбувається хаотичний рух частинок: а) камінь; б) пилинка; в) молекула водню; г) водень у балоні; д) вода у склянці; е) електрон; є) атомне ядро? 2 (с). На якому явищі ґрунтується процес засолювання огірків чи капусти? Як можна його прискорити? 3. (д) Чи зміниться швидкість поширення запаху в кімнаті, якщо не діятиме сила тяжіння? 4. (в) Як змінився б характер броунівського руху, коли молекули під час зіткнень прилипали б до броунівської частинки?

Перше запитання розраховане на розпізнавання знань. Друге – вимагає відтворити учнів свої знання. У підручниках С.У. Гончаренка [57 – 59] докладно пояснюється явище дифузії і його застосування в техніці та природі. Під час відповіді на третє запитання школярі мають пригадати про силу тяжіння і встановити зв'язок з поняттям швидкості руху частинок. Останнє запитання розраховане на встановлення учнями зв'язку, який у СЛС відсутній (див. рис. 1.1): про залежність інтенсивності броунівського руху від розміру броунівської частинки.

У письмових роботах [272] нами пропонувалися рівневі текстові та графічні задачі. Аналіз виконаних робіт дозволив виявити загальні навички і вміння учнів: 1) позначення фізичних величин; 2) правильний переклад системи одиниць;

3) поняття умови задачі; 4) скорочений її запис; 5) зображення фізичної моделі у вигляді малюнка (графіка, схеми); 7) одержання із загальних рівнянь часткового; 8) послідовність пояснення; 9) логічність у мисленні; 10) математичні розрахунки; 11) аналіз одиниць вимірювання. Розв'язування розрахункових та якісних задач надали можливість встановити засвоєння фізичних величин, їх одиниць вимірювання, фізичних сталих, формул, понять, законів, методів дослідження та ін.

В умовах особистісно орієнтованої технології необхідно забезпечувати контроль та оцінювання процесу навчання, а не тільки його результатів [9, 87, 185, 224, 231, 249, 257, 310, 321]. При поелементному аналізі знань фіксуються проміжні досягнення та помилки учнів. Такий підхід до оцінювання навчальної діяльності школярів стимулював їх зусилля до здійснення самоаналізу, саморегуляції та самоосвіти.

Вище сказане дозволило зробити такі висновки:

1. Вивчення структури знань учнів з молекулярної фізики на основі зображення навчальних досягнень у вигляді СЛС дозволяє критично оцінити рівень набутих ними знань і планувати подальшу роботу для їх корекції.

2. При поелементному аналізі відповідей школярів здійснюється перевірка їх знань на рівні структурних елементів та зв'язків між ними, що дає змогу виявити розриви у логіці викладу навчального матеріалу і удосконалити методику навчання молекулярної фізики.

3. Відтворення учнями блоку структурних елементів дозволяє з'ясувати засвоєння не окремого поняття, як при фрагментальних відповідях, а певного “відрізку” навчального матеріалу.

4. Якість знань старшокласників вказує на вивчення молекулярної фізики в 10 класі переважно за навчальним матеріалом підручників без диференціації змістових рівнів засвоєння навчальної інформації.

5. Під час навчання розділу не одержали належного відображення ідеї безперервного вивчення наскрізних знань, системне пояснення об'єктів, моделювання цілісності дидактичних “відрізків” навчального матеріалу.

1.3. Структурно-логічний аналіз програм, методичних посібників та підручників з молекулярної фізики

МКТ і термодинаміка, як наукові системи, взаємно доповнюють одна одну, складають систему знань про будову і властивості речовин, зберігають відносну самостійність та відображають два структурні рівні пізнання об'єкта, властивості якого дедуктивно не можуть бути одержані один з одного.

Шкільний курс молекулярної фізики згідно навчальної програми з фізики [207] включає теми: “Основи молекулярно-кінетичної теорії” та “Основи термодинаміки”. Структурно-логічний аналіз навчальних програм з фізики для середньої школи різних років видання, підручників і навчальних посібників з фізики 30 – 90-х років минулого століття розкриває повну картину розвитку розділу “Молекулярна фізика”.

Масові зрізи знань учнів середньої школи [24, 252] зафіксували стабільно недостатнє засвоєння цього розділу, що зумовлювало пошуки його нового удосконаленого змісту. Це прослідковується на основі аналізу навчальних програм та підручників (табл. 1.3), де Т – основи термодинаміки; М – МКТ ідеального газу; (Т + М) – питання термодинаміки, які викладаються із залученням молекулярно-кінетичних моделей (властивості газів, рідин і твердих тіл).

Аналіз табл. 1.3 підтвердив, що процес встановлення ефективної послідовності вивчення змісту молекулярної фізики є динамічним. Кількість годин, відведених на вивчення розділу, тенденційно зменшується. Згідно досліджень М.І. Садового [236] густина демонстрацій і лабораторних робіт з роками також зменшується. Запропоновані ним кількісні оцінки такі: густина демонстрацій у 1982 році – 11, у 1997 році за рівнем А – 9,9; В – 7,8; С – 2,7 ; густина лабораторних робіт у 1982 році – 2,6; у 1997 році за рівнем А – 1,3; В – 1,3; С – 0,2 (А, В, С – рівні диференційованого навчання) [216, 207].

У програмі 1973 року було передбачено 3 лабораторні роботи, 3 роботи фізичного практикуму і 25 демонстрацій; 1982 року – 4 роботи фізичного практикуму і 30 демонстрацій; 1996 року – 2 лабораторні роботи і 22 демонстрації [221, 216, 207].

З 1982 року навчальний матеріал розділу “Молекулярна фізика” був скорочений, а кількість годин зменшилася до кількості, що була у 1973 році і до 1996

року не змінювалась. У програмі з фізики загальноосвітньої школи 1996 року за рівнем С відводиться 49 годин, а за рівнем В – 32 години [216, 221, 217, 207].

У програмі 1948 року [220] розділ поділявся на такі частини: 1. МКТ будови речовини. 2. Три стани речовини. 3. Теплоота. 4. Відомості з метеорології. Навчальний матеріал розглядався на основі молекулярно-кінетичного тлумачення станів речовини та їх властивостей. Поняття теплооти формувалося за знаходженням кількості теплооти. Уявлення про теплові явища вводилися на прикладі теплового розширення твердих тіл і рідин. Навчальна програма орієнтувала на вивчення застарілих одиниць фізичних величин і містила елементи знань про зміну об'єму і тиску газу при зміні температури. До її змісту не ввійшли поняття ідеального газу, моля, монокристалу, полікристалу, ізоотропії, анізоотропії, принципи термодинаміки.

За програмою 1973 року [221] змінилася послідовність навчання розділу: після термодинаміки вивчалися основи МКТ. Термодинаміка вводилася, як теорія принципів, МКТ – як теорія гіпотез. Газові закони розглядалися при вивченні термодинаміки. Вперше в шкільному курсі фізики формується підтема “МКТ ідеального газу”. Тема “Властивості газів, рідин і твердих тіл” доповнюється елементами знань: кристалічні та аморфні тіла, діаграма розтягу. Теплове розширення твердих і рідких тіл у 1976 році вилучено з програми [219].

З 1976 року на новому якісному рівні розкриваються основні положення МКТ, вводиться поняття кількості речовини і деякі питання термодинаміки. Газові закони розглядаються емпірично і вивчаються на основі індуктивного підходу. Поняття температури пояснюється у такій послідовності: температура як параметр стану макроскопічної системи → абсолютна температура (із закону Шарля або Гей-Люссака) → температура – міра середньої кінетичної енергії молекул (з основного рівняння МКТ і рівняння стану ідеального газу). Методична ідея у цьому випадку полягає у сумісному вивченні теплових явищ і молекулярної фізики. При такому підході немає можливості повністю використати МКТ.

З 1985 року [217, 207, 212] діє схема вивчення: молекулярна фізика → термодинаміка. Спочатку вивчаються основні положення МКТ газу, потім виводиться основне рівняння МКТ. Газові закони розглядаються дедуктивно, як

наслідок рівняння стану ідеального газу. Властивості газів, рідин і твердих тіл вивчаються на основі молекулярно-кінетичного тлумачення.

Таблиця 1.3

Структура розділу “Молекулярна фізика”

Роки користування програмою	Структура розділу	Кількість годин	Роки використання підручника	Підручник
До 1938 р.	$M \rightarrow (T + M) \rightarrow T$	40	1935 – 1937	Г.І. Фалєєв, О.В. Пьоришкін [297]
1938 – 1948	$T \rightarrow M \rightarrow (T + M) \rightarrow T$	62	1938 – 1954	І.І. Соколов [260]
1948 – 1970	$M \rightarrow (T + M) \rightarrow T$	72	1954 – 1971	О.В. Пьоришкін [196, 225]
1970 – 1976	$T \rightarrow M \rightarrow (T + M)$	46	1972 – 1996	Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев [175]
	Поглиблене вивчення фізики	58		
1976 – 1979	$M \rightarrow T \rightarrow M \rightarrow (T + M)$	47		
1979 – 1982	$M \rightarrow T \rightarrow M \rightarrow T \rightarrow (T + M)$	59		
1982 – 1985	$M \rightarrow T \rightarrow (T + M)$	44		
1985 – 1996	$M \rightarrow T$	44		
З 1996 року	$M \rightarrow T$	А – 25 В – 32 С – 49	з 1995, 1998 з 2002	С.У. Гончаренко [58, 59] С.У. Гончаренко [57]
	$M \rightarrow T \rightarrow (T + M)$	А – 25 В – 32 С – 49	з 2002	Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко [128]
З 2004 року	$M \rightarrow T$	43		С.У. Гончаренко [58, 59] С.У. Гончаренко [57] Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко [128]
	• Природничий профіль	32		
	• Універсальний, спортивний, технологічний профіль	49		
	• Фізико-математичний профіль	25		
	• Філологічний, художньо-естетичний, суспільно-гуманітарний профіль			
2005 р.	$M \rightarrow T$ (рівень стандарту)	24		

Поняття температури при такому підході вводиться за схемою: температура як

параметр стану макроскопічної системи → абсолютна температура → температура – міра середньої кінетичної енергії молекул (з основного рівняння МКТ газів і експериментально встановленої постійної величини $\theta = pV/N$ для даних газів у стані теплової рівноваги).

У 2002 році видано новий підручник з фізики для 10 класу Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка [128]. Автори повернулися до вивчення навчального матеріалу розділу “Молекулярна фізика” за схемою: $M \rightarrow T \rightarrow (M + T)$. “Термодинамічний і молекулярно-кінетичний підходи взаємно доповнюють один одного у поясненні теплових явищ і процесів. Через це вивчення теплових явищ і процесів розглядатиметься нами з позицій або молекулярної фізики, або термодинаміки, залежно від того, як простіше викласти матеріал” [128, с. 4].

В.П. Орехов, А.В. Усова, Л.П. Світков, Л.І. Анциферов [242, 243, 76] розробили методику, згідно якої спочатку необхідно вивчати термодинаміку (18 год), далі МКТ ідеального газу (19 год), потім властивості та взаємні перетворення пари, рідини і твердих тіл (10 год). С.В. Громов запропонував перебудувати шкільний курс фізики і розділ “Молекулярна фізика” розглядати у 11 класі після вивчення оптики та квантової фізики [123].

У 1996 році впроваджено диференційоване навчання, яке означає множинність та варіативність індивідуальних способів набуття учнями знань з фізики. Рівень А – рівень обов’язкових результатів, В і С – вищі рівні [207].

У 2004 році видалися програми для профільного навчання: універсальний і технологічний, фізико-математичний, філологічний, суспільно-гуманітарний, художньо-естетичний, природничий, спортивний профілі навчання [300]. У них докладніше здійснено планування обов’язкових навчальних досягнень учнів.

Згідно нової програми 12-річної школи курс фізики передбачається опановуватися на одному з таких рівнів: рівень стандарту, академічний рівень, профільний. Рівень стандарту (рівень загальнокультурної орієнтації) пропонується учням, які схильні розглядати фізику як елемент загальної освіти і має світоглядну функцію навчання. У програму [298] введено вимоги про вивчення полімерів, їх властивості й застосування, холодильну машину та виконання нової лабораторної

роботи “Вивчення принципу дії холодильної машини”. На цьому рівні фізику вивчатимуть учні, які обрали філологічний, суспільно-гуманітарний, художньо-естетичний профіль.

Академічний рівень запланований учням, для яких фізика відіграє роль апарата для вивчення закономірностей навколишнього світу, певної галузі природознавства, техніки та технологій. Наприклад, для технологічного профілю звертається увага на формування вмінь використовувати наукові знання для виконання практичних завдань у різних галузях діяльності, прийняття конструкторсько-технологічних рішень щодо конкретних виробничих завдань, застосування фізичних методів і теорій для пояснення суті хімічних, біологічних, агробіологічних процесів тощо [27].

Рівень профільного навчання фізики орієнтований на учнів, які виявляють підвищений інтерес та здібності до вивчення фізики. Для фізико-математичного профілю передбачається поглиблення та розширення навчального матеріалу, ознайомлення з ширшим колом техніко-технологічних застосувань вивчених теорій, розв’язування задач підвищеної складності та виконання творчих завдань. Викладання та вивчення такого курсу орієнтується на підвищений рівень теоретичних узагальнень, широке використання математичного апарату, формування в учнів сучасного стилю мислення й здатності розв’язувати задачі підвищеної складності [27].

Програма для природничого профілю навчання вимагає системного вивчення учнями старшої школи основ природничих наук, формування і розвиток умінь практичного використання здобутих знань та поглиблення компетентності у предметних галузях профілю, пов’язаних з вибором професії чи подальшим навчанням.

Успішне засвоєння навчального матеріалу з фізики залежить від того, яким підручником користується учень. Саме тому нами приділялася увага проблемам шкільного підручника з фізики. Під час дослідження розглянуті праці учених з проблем теорії шкільного підручника (В.П. Беспалька, Д.Д. Зуєва, Л.Я. Зоріної та ін.); розроблення шкільного підручника з фізики (О.В. Пьоришкіна, О.І. Бугайова, С.У. Гончаренка, П.С. Атаманчука, Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка, М.Т. Мартинюка, Н.Л. Сосницької та ін.) [8, 99, 98, 196, 225, 28, 27, 57, 58, 59, 5, 128, 153, 263].

Незважаючи на здобуті вагомі результати цих досліджень, поза увагою

залишаються важливі питання аналізу структури шкільних підручників з розділу “Молекулярна фізика” як цілісної науково-теоретичної системи за умов її рівневого вивчення. У 70 – 80-х роках курс фізики переважно був спрямований на розкриття його технічного потенціалу, проте в сучасних умовах посилюється роль гуманістичної складової курсу фізики: поставити учня в центр навчального процесу, наблизити зміст курсу до життя, зосередити увагу на проблемах, що цікавлять учнів і потребують обговорення, сприяти професійному самовизначенню та становленню.

За умов профільності старшої школи курс фізики набуває нового значення: стає базою для вивчення інших професійно орієнтованих предметів [122, 300]. Тому підручники з фізики мають відповідати рівню навчання (стандартному, академічному, профільному), особистим здібностям та інтересам школярів.

На основі структурно-логічного аналізу навчального матеріалу посібника С.У. Гончаренка для гуманітарного профілю [59] нами встановлено, що тема “Основи МКТ ідеального газу” містить 87 елементів знань. На відміну від інших підручників, у ньому розглядається матеріал про макро- і мікроскопічні параметри, явище осмосу, молекулярні явища в техніці й природі. Під час пояснення матеріалу про величини, що характеризують молекули, використовується поняття атомної одиниці маси. Основне рівняння МКТ газів виводиться нетрадиційним способом. Аналіз СЛС теми (див. рис. 1.1) вказує, що для повного розкриття елементів знань не вистачає означення кількості речовини через відношення маси речовини до її молярної маси, відсутній зв'язок молярної маси зі сталою Авогадро та масою молекули, явища осмосу з температурою.

Підручник С.У. Гончаренка [57] для 10 класу середньої загальноосвітньої школи, порівняно з посібником для гуманітарних класів, зазнав таких уточнень: 1) використано позначення відносної атомної маси (A_r); 2) змінено формулювання кількості речовини; 3) виведено формулу кількості частинок:

$$N = \frac{m}{1,66 \cdot 10^{-27} M_r} = 6,02 \cdot 10^{26} \frac{m}{M_r} \quad (\text{вживається назва “число частинок в тілі”});$$

4) на основі прикладу розв'язування задач навчальний матеріал доповнено формулами: $v = \frac{m}{M}$; $N = \frac{m}{M} N_A$; 5) введено без математичного запису та формул поняття середньої квадратичної швидкості.

СЛС вказаної теми (див. дод. А.2) складена за підручником М.М. Шахмаєва [311] містить 97 елементів знань. Поняття ізольованої системи розглядається лише в цьому підручнику. Чітко виділені межі застосування газових законів. Доступно пояснюється матеріал про розподіл Дж. Максвелла, статистичний і термодинамічний метод, температурний коефіцієнт об'ємного розширення, температурний коефіцієнт тиску. Основи МКТ ідеального газу викладені окремо, у другому розділі підручника. Поняття термодинамічної рівноваги введене при вивченні температури. Не розглядаються такі елементи знань: відносна молекулярна маса, кількість речовини, молярна маса, стала Авогадро (вважається, що учні їх вивчили у курсі хімії). Відсутні пояснення до понять концентрація, середня квадратична швидкість.

СЛС теми “Основи МКТ ідеального газу” підручника Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева [175] (див. дод. А.1) містить 101 елемент. Авторами пропонується розглянути агрегатні стани речовини, поняття макроскопічне тіло і макроскопічні параметри. Йде мова про склад молекули і атома.

До змісту теми “Закони ідеального газу. Основи МКТ” підручника Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка [128] (див. дод. А.4), входять елементи знань з хімії: закон Авогадро, закон Дальтона, правило кратних відношень, молярний об'єм, які відсутні у раніше названих підручниках. Автори виділяють термодинамічний і молекулярно-кінетичний підхід до вивчення теплових явищ, властивостей речовин. Порядок розміру мікрочастинок повідомляється як результат спостереження будови речовини в електронному мікроскопі. Відсутній матеріал про явище дифузії та класичний дослід Релея, який вказує на спосіб оцінювання розмірів частинок.

Поняття швидкості молекул Л.І. Резніков [230], С.У. Гончаренко [54] формулюють на основі досліду Штерна. З.В. Сичевська [251], Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко [128] пояснюють швидкість молекул після ознайомлення учнів з рівнянням стану, що дозволяє вивести формули середньої квадратичної швидкості. Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев [175] обмежуються дослідом Штерна і наведенням формул середньої квадратичної швидкості. М.М. Шахмаєв та ін. [311] розробили експеримент для пояснення досліду Штерна та статистичних закономірностей.

Структуру розділу “Молекулярна фізика” провідні методисти визначають за методами вивчення газових законів і введення поняття температури. У методиці навчання фізики з 1982 року утвердився дедуктивний метод пояснення газових законів [216]. У новому підручнику Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка [128] застосовується індуктивний метод з використанням історичного матеріалу про досліди вчених Р. Бойля та Ж.Л. Гей-Люссака.

У методиці навчання фізики виділяють такі підходи до пояснення статистичного змісту поняття температури [162]:

1. Б.М. Яворський, А.А. Пінський [319] розглядають поняття температури через її зв'язок з середньою кінетичною енергією поступального руху молекул. Проте це означення обмежується межами класичної теорії, не містить безпосередньої вказівки на спосіб її вимірювання.

2. Л.І. Резніков, С.У. Гончаренко, І.К. Кікоїн, З.В.Сичевська, В.В. Мултановський, А.С. Василевський [230, 54, 115, 251, 173] застосували методику введення поняття температури за допомогою переходу двох тіл до стану теплової рівноваги.

3. М.М. Шахмаєв, С.М. Шахмаєв, Д.Ш. Шодієв, Л.А. Кирик [311, 116] розробили методику, за якою, згідно пропорційності тиску температурі та середній кінетичній енергії, встановлюється зв'язок температури і середньої кінетичної енергії. Вони запропонували таку послідовність вивчення температури: а) термодинамічна рівновага; б) зміна температури; в) температурні шкали; г) температура і середня кінетична енергія поступального руху молекул газу; д) постійна Больцмана.

4. А.А. Ванєєв, Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко [36, 128] поняття температури вводять, як наслідок основного рівняння МКТ, порівнюють його з рівнянням стану. При такому підході комбінуються теоретичні й емпіричні відомості.

О.Ф. Кабардін, В.О. Орлов, Ю.І. Дік [302] запропонували після вивчення температури як ступеня нагрітості тіла та видів термометрів для встановлення поняття абсолютної температурної шкали розглянути дослід по вимірюванню відношення тиску до концентрації при тепловій рівновазі трьох газів. Постійна Больцмана розкривається як коефіцієнт пропорційності.

Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев [175] описали подібний дослід по визначенню

відношення $(pV)/N = \theta$. Коефіцієнт пропорційності розкривається як стала, що пов'язує температуру θ в енергетичних одиницях з температурою T у кельвінах. Вони розробили план вивчення поняття температури, за яким, на відміну від М.М. Шахмаєва, залежність тиску газу від концентрації його молекул і температури вводиться після вивчення поняття температури.

Л.В. Світков [241] довів потребу здійснювати ознайомлення учнів з основами побудови шкали Кельвіна після вивчення другого закону термодинаміки. “При побудові абсолютної шкали температур зроблені припущення про пропорційність між температурою і кількістю теплоти, одержаною (відданою) машиною Карно в процесі ізотермічного розширення (стиснення) та про те, що температура плавлення льоду і кипіння води за нормального тиску відмінні на 100° . При цьому шкала Кельвіна співпала з шкалою газового термометра. Термін “абсолютна шкала температур” означає незалежність шкали від термометричної речовини”.

Під час аналізу СЛС (див. дод. А) виявлено різний підхід авторів підручників щодо формулювання фізичного змісту поняття абсолютного нуля:

1. При індуктивному вивченні ізопроесів вводиться на основі розгляду законів Гей-Люссака або Шарля в області низьких температур [201, 294].

2. Після введення формули середньої кінетичної енергії пропонується означення: “Абсолютним нулем температури є температура, при якій середня кінетична енергія поступального руху молекул дорівнює нулю... При абсолютному нулі молекулярний рух не припиняється – молекули здійснюють коливальні рухи. Не можна дістати температуру нижчу за абсолютний нуль” [59].

3. Як граничну температуру, при якій тиск ідеального газу дорівнює нулю при фіксованому об'ємі, або об'єм ідеального газу наближається до нуля при незмінному тиску [175].

4. При абсолютному нулю система частинок знаходиться в стані з найменш можливою енергією або температурою [201].

Порівняння формулювань поняття ідеального газу на основі структурно-логічного аналізу вказує, що означення ідеального газу С.У. Гончаренка у посібнику для гуманітарного профілю [59] є найбільш вдалим, тому що містить усі структурні

компоненти поняття. “Ідеальним вважається газ, який складається з сукупності пружних молекул – кульок дуже малих розмірів, які вільно і неупорядковано рухаються і взаємодіють між собою лише при співударах” [59]. Автор подає уточнення, що ідеальний газ – це ідеалізація реального газу, об’ємом молекул і силами, які діють між ними, можна знехтувати, співудари частинок між собою і стінками здійснюються без втрат енергії.

Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко не вказують про характер зіткнень: “Ідеальний газ – це модель газу, яка передбачає нехтування розмірами молекул та їх взаємодією; молекули такого газу перебувають у вільному безладному русі, іноді стикаючись із іншими молекулами або стінками посудини, де вони містяться” [128].

У підручниках Г.Я. Мякишева [175], М.М. Шахмаєва [311], Є.В. Коршака [128] стала Больцмана має такий фізичний зміст: стала, що пов’язує температуру в енергетичних одиницях з термодинамічними. У С.У. Гончаренка [58, 59] – стала, що показує, на скільки зміниться кінетична енергія однієї молекули при зміні температури газу на один градус. У В.П. Сергієнка [246] – фундаментальна фізична стала, яка чисельно дорівнює $\frac{2}{3}$ зміни кінетичної енергії однієї молекули ідеального газу зі зміною температури на 1 К. У Л.І. Резнікова [163, с. 38] – якщо газ нагрівається на 1 К, то це означає, що середня кінетична енергія поступального руху молекули газу збільшується (або зменшується) на $\frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж.

На нашу думку, доцільно чітко сформулювати фізичний зміст сталої Больцмана: означає, що при зміні температури на 1 К середня кінетична енергія кожної молекули газу змінюється на $1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж.

Навчальний матеріал теми “Властивості газів, рідин і твердих тіл” (див. дод. А. 5 – А. 8) найбільше елементів знань містить у СЛС підручника С.У. Гончаренка – 170, а найменше – у Є.В.Коршака (91). Аналіз СЛС вказує на наявність у підручнику С.У. Гончаренка елементів знань, яких не містять інші схеми: перегріта рідина, дослідження Авенаріуса, зрідження газів, ближній і дальній порядок, в’язкість, поверхнево-активні речовини, типи кристалів, лапласівський тиск, створення матеріалів із наперед заданими технічними властивостями. Проте не

використовується поняття парціального тиску, яке зазначене у програмі [209].

Зміст навчального матеріалу підручника С.У. Гончаренка для середніх загальноосвітніх шкіл [57] порівняно з посібником [59] зазнав таких змін: 1) особливості будови і властивостей рідкого стану речовини виділені на основі порівняння його з газоподібним (раніше з кристалічними тілами [59]); 2) явище змочування спочатку вводиться на емпіричному рівні, потім пояснюється за дією сил взаємодії; 3) відсутній матеріал про лапласівський тиск; 4) виведення формули висоти підняття стовпа рідини подано традиційним способом: рівність за модулем сили поверхневого натягу і сили тяжіння.

У підручниках Г.Я. Мякишева, М.М. Шахмаєва [175, 311] відсутній навчальний матеріал про відносну вологість, виражену через густину, ближній і дальній порядок, рідкі кристали; чітко виділено теорію Я.І. Френкеля і її положення, що надає науковості поясненню будови і властивостей рідини. М.М. Шахмаєв, С.М. Шахмаєв, Д.Ш. Шодієв [311] при викладенні матеріалу про поверхневі явища рідини та перехід речовини з аморфного стану до кристалічного використали поняття мінімуму потенціальної енергії системи в стійкому стані.

У нашому дослідженні встановлено, що вивчення властивостей газів, рідин і твердих тіл після основ термодинаміки дає змогу трактувати поняття про поверхневий натяг з енергетичної точки зору. Такий підхід використано у підручнику Є.В. Коршака, О.І. Ляшенка, В.Ф. Савченка. Спочатку обґрунтовано наявність у молекул поверхневого шару рідини надлишкової потенціальної енергії. Після енергетичного пояснення поверхневого натягу запропоновано силове трактування поняття.

Будова рідини у посібниках і підручниках описується різними способами:

1. Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев: “У рідинах молекули розміщені майже впритул одна до одної, тому молекула в рідині поводить інакше ніж у газі. Затиснута, як у клітці, іншими молекулами, вона виконує „біг на місці” (коливається біля положення рівноваги, стикаючись із сусідніми молекулами). Лише час від часу молекула робить „стрибок”, прориваючись крізь „прутики клітки”, але тут же потрапляє в нову „клітку”, утворену новими сусідами” [175, с.17].

2. М.М. Шахмаєв, С.М. Шахмаєв, Д.Ш. Шодієв: “Згідно з теорією Я.І. Френкеля у

рідинах є мікропустоти – своерідні дірки. Положення цих дірок не залишається постійним; час від часу вони заповнюються рухомими молекулами, і дірки утворюються у інших місцях рідини, звідки молекули пішли. Молекули переміщуються по всьому об'єму рідини, ведучи кочовий спосіб життя, при якому короточасні переїзди змінюються відносно довгими періодами осілого життя. Тривалість цих “стоянок” досить різна і безладно змінюється з часом, різко спадає з підвищенням температури” [311].

3. С.У. Гончаренко [58, 59]: “Молекули рідини утворюють щось схоже на кристалічну решітку (особливо при температурах, близьких до точки тверднення), причому кожна молекула не має строго фіксованого положення у вузлі решітки і може переміщуватися з одного вузла в інший ... у рідинах цей порядок обмежується областю. Тому говорять про ближній порядок у розміщенні частинок рідини”.

У підручнику М.М. Шахмаєва [311] відсутні поняття: ізотропія, механічна напруга, відносне видовження, критична температура, пружність, пластичність, крихкість, кипіння, перегріта рідина, парціальний тиск, точка роси. Види деформації розглядаються описово, діаграма розтягу подається поверхнево, закон Гука пропонується на основі експерименту про залежність пружної деформації від деформуючої сили і має нетрадиційний математичний запис. У книзі містяться відомості про відмінність реальних газів від ідеального газу, застосування газових законів до насиченої пари, дефекти кристалічних ґраток, крайовий кут, що сприяють глибшому розумінню вивчаючого матеріалу.

У посібниках С.У. Гончаренка [58, 59] використано додатковий матеріал про кристалічні тіла: сталість кутів між ребрами і гранями решітки, колір, дальній порядок, види кристалічних ґраток. Автором приділяється увага механічним властивостям твердих тіл, пояснюється поняття запасу міцності. Елементи знань ближній та дальній порядок будови аморфних і кристалічних тіл у підручниках С.У. Гончаренка та Є.В. Коршака дозволяють пояснити будову твердих тіл та їх властивості з молекулярно-кінетичної точки зору.

У підручнику С.У. Гончаренка для середніх загальноосвітніх шкіл [57], на відміну від інших, розкривається фізичний зміст модуля Юнга та жорсткості,

вводиться новий матеріал про явище наклепування та поняття міцності матеріалів.

Є.В. Коршак, О.І. Ляшенко, В.Ф. Савченко [128] при поясненні механічних властивостей твердих тіл не використовують діаграму розтягу. Відсутній матеріал про механічну напругу. Абсолютне і відносне видовження, модуль Юнга, закон Гука, виражений через механічну напругу і відносне видовження, описані у теоретичних відомостях до лабораторної роботи.

Тільки Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев [175] пояснюють агрегатні стани речовини на основі молекулярно-кінетичних уявлень, порівнюючи їх.

СЛС теми “Основи термодинаміки” вказаних підручників містять однакові елементи знань і відрізняються лише поняттями, які вивчалися у базовому курсі фізики. Навчальний матеріал підручників С.У. Гончаренка [57–59] має найбільшу кількість елементів знань на повторення.

Автором сформульовані означення таких елементів знань: макроскопічна і термодинамічна система, термодинамічний процес, термодинамічні параметри, оборотність і необоротність теплових процесів, рівноважний стан. Багато місця відводиться навчальному матеріалу про теплові машини, їх застосування, екологічні проблеми, зв’язок між тепловими двигунами та другим законом термодинаміки, що надає науковості при поясненні теоретичного матеріалу.

У підручнику Г.Я. Мякишева, Б.Б. Буховцева [175] у темі “Основи термодинаміки” містяться елементи знань, які введені без означення: ізольована, замкнута, теплоізольована системи. Відсутній матеріал про цикли роботи теплових двигунів.

У книзі Є.В. Коршака [128] вказана тема розглядається одразу після вивчення МКТ і містить найменшу кількість елементів знань – 47. Відсутній навчальний матеріал про застосування першого закону термодинаміки до ізопроесів, види теплових машин та екологічні проблеми, пов’язані з ними. “Нульовий” закон термодинаміки, дослід Джоуля описані лише в цьому підручнику.

Розділ з молекулярної фізики у німецькому підручнику [329] має назву “Термодинаміка” і розглядається у такій послідовності: $M \rightarrow T \rightarrow (M+T)$. Навчальний матеріал має подібний до названих раніше підручників зміст. Для пояснення статистичного підходу введені поняття випадкової величини, ймовір-

ності, діаграми та графіки розподілу величин. Основне рівняння МКТ доведене до вигляду : $pV = \frac{2}{3} \cdot N \cdot \overline{E_{kin}}$. Дослід Штерна не розглядається. У термодинаміці значна увага приділена формулюванню понять роботи (W) та кількості теплоти (Q), подано історичні відомості про Р. Дизеля та його двигун, Р. Майєра, дослід Джоуля. На основі закону збереження енергії пояснюється перший закон термодинаміки. Ізопроееси розглянуті з термодинамічної точки зору. У підручнику міститься схема принципу роботи теплових двигунів, ККД ідеальної машини. У третьому підрозділі запропоновані схема та графіки фазових перетворень речовини, пояснення ізопроеесів на основі першого закону термодинаміки, присутній матеріал про теплове розширення тіл, межі застосування моделі ідеального газу, адіабатний процес та його графік, цикл ідеальної теплової машини, виводиться рівняння стану ідеального газу.

Підручники для поглибленого вивчення фізики С.У. Гончаренка [59], О.Ф. Кабардіна, В.А. Орлова, А.А. Пінського, Ю.І. Діка, С.Я. Шамаш та ін. [301], Г.Я. Мякишева, А.З. Синякова [178] подібні за обсягом, структурою і послідовністю викладення матеріалу. Автори російських підручників аргументовано пояснюють зміст молекулярної фізики. Майже до кожного параграфу запропоновані приклади розв'язування задач, питання, різнорівневі задачі для самостійної роботи. Посібники ілюстровані, містять опис лабораторних робіт, які в більшості випадків мають дослідницький характер. Недоліки: неповне означення ідеального газу, не з'ясовано фізичний зміст абсолютного нуля.

Крім вказаних авторів, підручники фізико-математичного профілю розробили В.А. Касьянов, С.В. Громов, Чижов Г.А., Н.К. Ханнанов, А.К. Кікоїн, І.К. Кікоїн, С.Я.Шамаш та ін. У підручнику з термодинаміки і молекулярної фізики Л.І. Анциферова виділено два рівні змісту освіти: базовий мінімум і підвищеної складності. Навчальний матеріал підручника Л.Е. Генденштейна, Ю.І. Діка відповідає базовому рівню. У ньому основну увагу приділено формуванню наукової картини світу, науковому поясненню явищ природи і принципів дії сучасної техніки [123]. У підручнику для гуманітарних класів Л.М. Монастирського [172] звертається увага на естетичне виховання учнів, нові досягнення сучасної фізики, історичні факти та

експеримент як метод вивчення фізики.

На нашу думку, шкільний підручник має бути тісно пов'язаний з іншими засобами навчання: навчальною програмою, науковою літературою, методичними та дидактичними посібниками, інформаційними технологіями. Окремого розгляду потребують питання організації дидактичного апарату підручника, конструювання його змісту на основі міжпредметної інтеграції предметів. Демонстраційні таблиці, малюнки, фотографії, схеми, графіки, мультимедійні моделі мають входити до змісту підручника, конкретизувати навчальний матеріал. І.І. Нурмінський і Н.К. Гладишева [187] дослідили, що малюнок у 10 класі замінює 4,5 рядків простого тексту.

“Сутність удосконалення шкільного підручника полягає не лише у тому, щоб забезпечити якісний виклад матеріалу, а й у тому, щоб через його методологію і зміст цілеспрямованіше і успішніше розв'язувати проблему перетворення індивідуальних здобутків учнів з фізики в особистісні новоутворення” [5].

На основі порівняння вправ підручників [57 – 59, 128, 175, 311] встановлено, що добір і кількість завдань підручників вимагають доповнень експериментальними завданнями, професійно зорієнтовані та прикладними вправами (дод. 3.9).

На основі проведеного аналізу нами зроблені висновки:

1. Процес встановлення ефективної послідовності вивчення змісту розділу “Молекулярна фізика” є динамічним. Структурно-логічний та матричний аналіз дозволили визнати за доцільну послідовність навчання за схемою: $M \rightarrow T \rightarrow (M+T)$. У такому випадку конденсовані системи розглядаються на основі двох методів наукового пізнання – статистичного та термодинамічного.

2. Аналіз методичної літератури, навчальних програм, підручників свідчить про встановлення обсягу основних елементів знань розділу “Молекулярна фізика”. Структуру розділу визначають: індуктивний або дедуктивний метод вивчення газових законів, метод введення поняття температури, термодинамічний та молекулярно-кінетичний підхід до формування елементів знань про будову та властивості речовини.

3. Зміст навчального матеріалу з молекулярної фізики до 90-х років був спрямований на розкриття його технічного потенціалу. На сучасному етапі зміст молекулярної фізики має напрямок системного вивчення основ природничих наук.

Це пояснюється потребами учня: визначення подальшого життєвого шляху; засвоєння навчального матеріалу на рівні теоретичних узагальнень, що дають змогу пояснити перебіг різних явищ природи, наукові основи сучасного виробництва, техніки і технологій; оволодіння ними науковим стилем мислення і методами пізнання природи; формування наукового світогляду; розвитку екологічної культури учнів, уміння гармонійно взаємодіяти з природою і безпечно жити у високотехнологічному суспільстві. Науковий рівень підручників підвищений за рахунок введення нових наукових понять і чіткіших їх означень, збільшення кількості узагальнених висновків, розширення у тексті пояснень, встановлення логічних зв'язків між елементами знань.

4. Встановлено, що потребують уточнень в формулюванні або в послідовності викладу елементи знань: ідеальний газ, ізопроцеси, стала Больцмана, температура, абсолютний нуль, закони термодинаміки, внутрішня енергія, робота газу, ізольована система, замкнена система, статистичний та термодинамічний метод.

5. У всіх підручниках простежуються єдині психолого-педагогічні принципи, що робить їх важливим засобом навчання і виховання. Відсутній поділ навчального матеріалу та завдань для учнів за рівнями складності, що не дозволяє в повній мірі реалізувати ідеї особистісно орієнтованого навчання, виконувати функції керування навчально-пізнавальною діяльністю учня.

6. В умовах модернізації сучасної освіти постають проблеми становлення профільного навчання в старшій школі. Зміст молекулярної фізики потребує профільного наповнення, тобто спрямування до окремих предметних галузей знань.

7. З'ясовано, що сучасний підручник має виконувати такі основні функції: світоглядну, синтезуючу, ціннісно-орієнтаційну. Світоглядна функція, яка полягає в формуванні в учнів уявлень про об'єктивність та пізнаваність природних явищ та процесів, залишається провідною незалежно від обраного профілю. Синтезуюча функція має забезпечуватися методично обґрунтованим поєднанням знань із різних розділів шкільного курсу фізики і суміжних предметів з орієнтуванням на особливості профілю, подальшу навчальну й професійну діяльність учня. Розвивальна функція сучасного підручника має забезпечувати організацію цілеспрямованого навчання з метою розвитку пошуково-дослідницьких здібностей учнів.

1.4. Психолого-педагогічні основи особистісно орієнтованого навчання в умовах профілізації загальноосвітніх навчальних закладів

Пріоритетними напрямками державної політики щодо розвитку сучасної освіти є особистісна орієнтація, постійне підвищення якості освіти, оновлення її змісту та форм організації навчально-виховного процесу, запровадження нових технологій навчання [78, 121, 122]. Одним із напрямків удосконалення навчально-виховного процесу є створення необхідних педагогічних умов для розвитку, самовираження, саморозвитку і самореалізації особистості.

На основі аналізу психолого-педагогічної літератури встановлено [87, 185, 190, 202, 231, 257, 303, 310, 321], що особистісно орієнтоване навчання – це такий тип освітнього процесу, центром якого є особистість учня. Самобутність, самоцінність, суб'єктний досвід кожного школяра спочатку розкривається, а потім узгоджується зі змістом освіти. При цьому необхідно враховувати ціннісні орієнтири та погляди учня, на основі яких формується його внутрішня модель світу.

На думку О.І. Іваницького, особистісно орієнтоване навчання – науково обґрунтована організація взаємодії учнів і вчителів, за якої створені оптимальні умови для розвитку у суб'єктів навчання здатності до самоосвіти, самовизначення, самостійності й самореалізації [100].

До педагогічних технологій, які зорієнтовані на особистість та її розвиток, відносяться: технологія диференційованого навчання (О.І. Бугайов, Д.І. Дейкун, О.В. Сергєєв), гуманно-особистісна технологія (С.У. Гончаренко, Ю.І. Мальований, Ш.О. Амонашвілі, В.О. Сухомлинський), формування творчої особистості (Є.В. Коршак, А.А. Давиденко, А.І.Сологуб), технологія особистісно орієнтованого розвивального навчання (І.С. Якиманська, Сериков В.В.), технологія саморозвивального навчання (Г.К. Селевко), технологія групового навчання (О.Г. Ярошенко), особистісно орієнтовані технології (Л.Ю. Благодаренко, С.І. Подмазін) та ін. [25, 247, 53, 185, 285, 190, 70, 261, 321, 249, 244, 322, 11, 12, 202].

Проблеми особистісно орієнтованого навчання розглядаються у роботах І.Д. Беха, Г.С. Костюка, М.І. Шута, Н.М. Бурицької, О.М. Пехоти, О.І. Іваницького,

П.С. Атаманчука, Л.Ю. Благодаренко, В.І. Нечета, Є.С. Полат, С.І. Подмазіна, С.Л. Яценко та ін. [9, 130, 13, 31, 190, 100, 4, 184, 185, 202, 323].

У педагогічній літературі відсутній єдиний підхід до тлумачення змісту поняття “технологія” стосовно педагогічних процесів. У працях М.І. Шута, О.І. Іваницького, Л.Ю. Благодаренко, Г.К. Селевка та ін. [13, 100, 244] здійснено глибокий порівняльний аналіз сучасних технологій навчання фізики та трактувань їх основних понять. Найбільш поширені підходи до означення педагогічної технології – процесуальний, системний та особистісний [13]. У нашому дослідженні технологія розглядається на основі системного методу побудови педагогічного процесу у визначеній послідовності дій і операцій.

На думку М.І. Шута, Л.Ю. Благодаренко, Л.В. Мініч “технологію навчання можна вважати особистісно орієнтованою, якщо вона гарантує перехід учня на позицію суб’єкта своєї навчальної діяльності, внаслідок чого ця діяльність стає особистісно осмисленою, виникає потреба у саморозвитку і самовдосконаленні” [13]. В.Д. Шарко зазначає, що технологією особистісно орієнтованого навчання передбачається поєднання навчання (як нормативної діяльності суспільства) і вчіння (як діяльності, в якій бере участь кожен конкретний учень та досвід здійснення якої має значення для окремого школяра) [310].

Головними завданнями особистісно орієнтованої технології є: 1) розвинути індивідуальні пізнавальні здібності кожного учня; 2) максимально виявити, ініціювати, використати, “окультурити” індивідуальний (суб’єктивний) досвід школяра; 3) допомогти особистості пізнати себе, самовизначитись та самореалізуватись, а не формувати попередньо задані якості; 4) сформувати в особистості культуру життєдіяльності, яка дозволяє продуктивно будувати своє повсякденне життя, правильно визначати поведінку лінії життя [190, с.34].

На нашу думку, основною ідеєю, яка закладена в особистісно орієнтовану технологію, є розвиток в старшокласників когнітивної та афективної сфери особистості, забезпечення ціннісного відношення до процесу навчання, задоволення потреб та інтересів учнів, формування в них самостійності та самосвідомості.

О.М. Пехота [190] вважає, що особистісно орієнтована технологія складається з

окремих ланок – особистісно орієнтованих ситуацій. Опинившись в такій ситуації, учень має шукати сенс, пристосувати її до своїх інтересів, побудувати образ чи модель свого життя, вибрати творчий момент, дати критичну оцінку.

Чіткої класифікації технологій, які належать до особистісно орієнтованих, не здійснено. Характерною особливістю сучасних технологій, які втілюють стратегії особистісно орієнтованого навчання, є забезпечення умов для реалізації дидактичного циклу, структурними частинами якого виступають: 1) вступно-мотиваційний етап (постановка загальної дидактичної мети у вигляді запланованих результатів навчання фізики); 2) інформаційний етап (подання навчального матеріалу різними способами з урахуванням індивідуальних психологічних особливостей учнів і усвідомлене його сприймання); 3) виконавчий етап (рівневий підхід при осмисленні нового матеріалу, розвиток умінь самостійної роботи та вибір способів її реалізації); 4) контрольно-коригуючий етап (організація зворотного зв'язку, самоконтроль, контроль засвоєння змісту матеріалу та відповідних навчальних дій).

Л.Ю. Благодаренко у своєму дисертаційному дослідженні [11] пропонує такі види технологій особистісно орієнтованого навчання фізики: 1) технологія модульного навчання фізики; 2) технологія навчання самостійній роботі з фізики; 3) технологія евристичного навчання фізики, 4) технологія проведення особистісно орієнтованого уроку; 5) професійно-орієнтована технологія навчання. Високо оцінюючи розробки автора, елементи вказаних технологій знайшли втілення у розробленій нами методиці вивчення молекулярної фізики (див. розд. 2.3).

Створена в останніх дослідженнях модель особистісно орієнтованого навчання, як ідеальна система, є цілісним педагогічним утворенням, яке характеризується наявністю внутрішніх зв'язків між цілемотиваційним, змістовим, діяльнісно-творчим, рефлексивним, результативним компонентами [323]. Вона базується на теорії поетапного формування розумових дій П.Я. Гальперіна [50]: 1) первісне ознайомлення, мотивація; 2) роз'яснення або виділення схеми орієнтуючої основи дії; 3) виконання дії у матеріальному або матеріалізованому вигляді; 4) формування дії як зовнішньої мови; 5) формування дії у внутрішній мові; 6) розумова дія.

Згідно цієї теорії засвоєння знань входить до структури дії. “Знання ніколи не

можна дати в готовому вигляді. Вони завжди засвоюються через включення їх у ту чи іншу діяльність”, – пише Н.Ф. Тализіна [289].

Н.О. Менчинська, Д.Н. Богоявленський [17] у своїх дослідженнях довели ефективність послідовності набуття знань, навичок та умінь учнів за схемою: сприйняття навчального матеріалу → осмислення нових знань → запам'ятовування → застосування засвоєного. Вказані етапи знайшли відображення у розроблених моделях особистісно орієнтованих уроків С.І. Подмазіна [202], Л.Ю. Благодаренко [12] і відповідають системно-діяльнісному підходу (див. розд. 1.1).

Запропонована нами модель побудови особистісно орієнтованого навчання учнів фізики базується на основних положеннях психолого-дидактичної концепції І.С. Якиманської [321]: 1) навчальний матеріал і характер його подання має забезпечувати виявлення досвіду учня, враховуючи результати попереднього навчання; 2) виклад матеріалу має бути спрямованим не тільки на розширення його обсягу, структурування, інтегрування, узагальнення предметного змісту, а й на постійне перетворення набутого суб'єктивного досвіду кожного учня; 3) у процесі навчання необхідне постійне узгодження досвіду учня з науковим змістом отриманих знань; 4) активне стимулювання учнів до самооцінної освітньої діяльності, зміст і форми якої повинні забезпечувати учневі можливість самоосвіти, саморозвитку, самовираження у ході оволодіння знаннями; 5) конструювання та організація навчального матеріалу така, при якій учень має змогу самостійно вибирати його зміст, вид та форму виконання запропонованих завдань; 6) виокремлювати загальнологічні та специфічні предметні прийоми навчальної роботи, враховуючи їхню роль в особистісному розвитку учня; 7) необхідно забезпечувати контроль й оцінювання процесу навчання, а не тільки його результатів.

На сучасному етапі модернізації системи освіти на особистісно орієнтоване навчання накладається диференціація з боку профілізації. Зміни у системі природничої освіти в загальноосвітніх закладах пов'язані з інтеграцією фундаментальності та професійної спрямованості навчальних природничих дисциплін.

“Профільне навчання – вид диференційованого навчання, який передбачає врахування освітніх проблем, нахилів і здібностей учнів, створення умов для навчання стар-

шокласників відповідно до їхнього професійного самовизначення, що забезпечується за рахунок змін у цілях, змісті, структурі та організації навчального процесу” [122].

Особливості організації та психологічні аспекти профільного навчання у загальноосвітніх школах України, історичний аналіз впровадження профільного навчання у нашій країні та за кордоном висвітлюються у роботах П.І. Самойленка, А.М. Андрєєва, Ю.П. Мінаєва [1], Н.І. Шиян [313], Г.Б. Мегеги [155], Г.П. Логінової [145], Б.В. Братаніч [21], К. Корсака [125], І.Л. Лікарчука [142], В.В. Рибалки [231], О. Локшини [146], С.Є. Вольянської [47], Г.О. Васьківської [37] та ін.

На основі аналізу останніх публікацій та досліджень [10, 21, 37, 47, 136, 141, 313] нами виділені такі основні проблеми та завдання впровадження профільного навчання: 1) дефінітивне опрацювання основних понять профільного навчання, досягнення адекватного розуміння його цілей і змісту; 2) розроблення програм базових, профільних і спеціальних курсів, відповідних підручників, методик; 3) використання сучасних засобів навчання та нових педагогічних технологій у процесі профільного навчання; 4) профільне наповнення змісту навчання; 5) врахування особистісного і соціального в організації освітнього процесу; 6) психологічні аспекти вибору і самореалізації особистості в умовах профільного навчання; 7) забезпечення наступності та неперервності між допрофільною підготовкою і профільним навчанням, профільним навчанням і професійною підготовкою; 8) формування компетентності учнів при вивченні фізики у профільних класах; 9) створення умов для профільного навчання у великих та малих містах, сільській місцевості, побудова організаційних моделей профільного навчання в різних варіантах; 10) входження профільності у структуру 12-річної школи.

Про необхідність “ущільнення” певних вікових етапів дитини наголошував Д.Б. Ельконін [82]. З одного боку, в період шкільного навчання, психічний розвиток ще не завершився і тому доцільно забезпечити різноманітність та універсальність змісту освіти. З іншого боку, цю універсальність необхідно суміснити із завданням професійного самовизначення, яке властиве юнацтву і підлітковому віку [145]. Відбувається становлення нового онтогенезисного періоду, який став можливим завдяки тому, що профільне навчання є новою, специфічною соціальною ситуацією

розвитку учня. Для раннього юнацького віку важливим є усвідомлення власної індивідуальності, неповторності й несхожості на інших, а саморозвиток постає як фундаментальна здібність людини ставати і бути суб'єктом свого власного життя.

Деякі розроблення щодо викладання фізики в умовах профільного навчання висвітлені у роботах С.У. Гончаренка [58, 59], Т.П. Гордієнко [63], Л.Ю. Благодаренко [11], В.М. Дедович [73], Н.Л. Сосницької [263], С.І. Жмурського [88], Г.О. Котельнікова [133], В.А. Орлова [188], Н. Кнорр [118], І. Незабитовського [182] та ін.

За сучасними психолого-педагогічними поглядами, основна дія на інтелект учнів відбувається під час процесу навчання. Засвоєння знань здійснюється з використанням усіх психічних, емоційно-вольових (відчуття, почуття, воля, увага) та інтелектуально-пізнавальних (сприймання, мислення, мовлення, пам'ять, уява) процесів. З іншого боку – засвоєння знань передбачає проникнення в сутність навчального матеріалу, розумове відпрацювання [42, 50, 66, 107, 111, 130, 160, 189, 223, 224, 234, 245, 288, 307].

Важливою методичною умовою навчально-виховного процесу є забезпечення усвідомленості усіма його учасниками мети в системі власної діяльності. Кожний учень засвоює зміст пізнавальної задачі в міру свого життєвого досвіду і пристратності. С.Л. Рубінштейн наголошував: “Для того щоб учень по-справжньому включився в роботу, потрібно, якби завдання, які перед ним постають у ході навчальної діяльності, були не лише зрозумілі, але й внутрішньо сприйняті” [234].

За своє суттю особистісно орієнтоване навчання передбачає диференційований підхід до учнів відповідно до їх інтелектуального розвитку, підготовки з фізики, психологічних особливостей перебігу когнітивних процесів.

Г.С. Костюк, Л.С. Виготський, В.В. Давидов, В.М. Дружинін, З.І. Калмикова, Д.Б. Ельконін, В.А. Зверев, С.А. Ізюмова [130, 42, 72, 81, 112, 82, 95, 102] та ін. у своїх дослідженнях вказують на потребу врахування типологічних, загальних та індивідуальних рис школярів, їх діалектичних зв'язків у процесі навчання і виховання. Фізіологічні особливості мозку суттєво впливають на характер діяльності людини, її поведінку та інтерес. Вартий уваги висновок З.І. Калмикової про те, що “однакові умови навчання можуть бути оптимальними для одних і менш сприятливими для розвитку продуктивного мислення в інших учнів” [111].

У структурі особистості психологи виділяють сім базових підструктур: спілкування, спрямованість, характер, самосвідомість, досвід, інтелект, психофізіологія [64]. Їм відповідають такі види готовності учня до профільного навчання: комунікативна, мотиваційна, характерологічна, рефлексивна, едукативна (освітня), інтелектуальна, психофізіологічна.

На основі темпераменту і в залежності від рівня розвитку тих чи інших здібностей складається характер учня. Він визначається як синтез особливостей психічних процесів з типологічними способами реагування, що залежать від виховання і навчання [223]. Кожний тип темпераменту має свої переваги. Знання властивостей нервової системи учнів, уміння виділяти їх формально-динамічні прояви в поведінці та діяльності допомагають учителю знаходити найбільш адекватні прийоми роботи з ними і підвищити рівень педагогічних впливів на них. Це дозволяє попередньо частково передбачати успіх чи невдачі учня. Наприклад, школярів з слабкою нервовою системою не можна ставити в ситуацію несподіваного питання і швидкої відповіді на нього; необхідно давати час на обдумування, пропонувати дати відповідь письмово, створювати спокійну обстановку, щоб не переключати їх увагу; обережно висловлюватись при оцінюванні. Вони ефективно працюють за алгоритмом, схильні планувати і обдумувати свої дії, систематизовувати знання [64, 66]. На нашу думку, завдання вчителя допомогти кожному школяру визначитися зі своїм індивідуальним стилем діяльності.

Сучасні дані про діяльність великих півкуль головного мозку дають змогу стверджувати, що у більшості учнів гуманітарних класів правопівкульне мислення, що відповідає наочно-образному. Для школярів з такими психофізіологічними особливостями характерне цілісне, емоційно-чуттєве сприймання, зорово-наочна, образно-емоційна пам'ять. Вони віддають перевагу запам'ятовуванню на основі цілісного сприймання матеріалу. Учні фізико-математичного напрямку профілізації з функціональною активністю лівої півкулі, тому мають дискретне, аналітично-розсудливе сприймання та раціональне, абстрактно-логічне мислення. Вони мають більш виражену здатність до узагальнення знань і володіють більш високим рівнем перероблення інформації завдяки прийомам смислової пам'яті [17, 95, 102, 182, 307].

У старших класах спостерігається індивідуально-типова спрямованість когнітивних процесів в учнів, тому використання загальних психологічних закономірностей повинне бути опосередковане знаннями про індивідуальні відмінності.

Процеси мислення, їх специфіка, взаємозв'язок з іншими процесами, закономірності розвитку розглянуті у дослідженнях багатьох психологів (П.Я. Гальперіна [50], С.Л. Рубінштейна [234], Г.С. Костюка [130], О.М. Леонтьєва [139], Н.О. Менчинської [160], Л.А. Іванової [101], Брушлінського А.В. [22] та ін.). Аналіз констатуючого експерименту доводить, що для учнів з конкретно-практичним, наочно-образним мисленням вивчення матеріалу з високим рівнем теоретичних узагальнень є складним і веде до формального засвоєння ними знань. Скорочення логічних кроків та виділення конкретних зв'язків і елементів знань за допомогою структурно-логічного аналізу дали змогу старшокласникам з таким типом мислення опанувати складний абстрактний матеріал (див. дод. М).

Рівнева диференціація особистісно орієнтованого навчання передбачає різні рівні мислительної діяльності учнів. Л.А. Іванова [101], В.І. Решанова [229], Н.М. Зверєва [94] виділяють рівень розуміння, рівень логічного мислення і рівень творчого мислення. Беспалько В.П. [8], С.Л. Яценко [323] додатково розглядають рівень розпізнавання, який характеризується засвоєнням мінімуму знань, умінь та навичок і зводиться до розпізнавання, наслідування (див. дод. К. 3).

Асоціативно-рефлекторна концепція навчання, творцями якої є фізіологи І.М. Сеченов та І.П. Павлов, психологи С.Л. Рубінштейн, Л.С. Виготський, Н.О. Менчинська, Д.Н. Богоявленський, Є.Н. Кабанова – Меллер та ін. [192, 234, 42, 160, 17, 107], стосується основ організму і ґрунтується на здатності мозку встановлювати і відтворювати зв'язки між окремими подібними й відмінними подіями, фактами.

Згідно даної концепції навчання є системою педагогічних впливів, що в значній мірі визначають рівень розумового розвитку учня. Засвоєння змісту навчального матеріалу здійснюється учнем у вигляді наукових понять, процес формування яких визначає в цілому характер, зміст і спрямованість розумового розвитку школяра.

Пам'ять – це “властивість будь-якої системи (зокрема, нервової) зберігати у закодованому вигляді інформацію, що за певних умов може бути виведена із цієї

системи без порушення запису” [307].

Психологічними дослідженнями (А.О. Смирнов [258], П.П. Блонський [15], П.І. Зінченко [96], Л.В. Занков [92] та ін.) доведено ефективність запам'ятовування, яке спирається на активну діяльність учнів, зацікавлені роздуми та розумову переробку: виділення головного, істотних зв'язків, структурування, логічне групування навчального матеріалу, аргументацію, аналіз і синтез запам'ятовуваного, співвіднесення його з уже відомим, знаходження спільних і відмінних рис, самостійне узагальнення фактів і виведення закономірностей, наведення власних прикладів до законів тощо. Ці переваги виявляються у швидкості, обсязі, міцності запам'ятовування, в уповільненні забування.

Особистісно орієнтоване навчання передбачає врахування суб'єктивних (тип пам'яті, попередній досвід, мотиви, інтерес, стан організму) та об'єктивних (характер матеріалу, кількість матеріалу, обстановка) факторів продуктивності пам'яті. На нашу думку, вчитель про учнів та вони про себе мають знати схильність до того чи іншого способу запам'ятовування, щоб використовувати його як переважаючий прийом піднесення продуктивності своєї пам'яті та для розвитку інших типів пам'яті.

Оволодіння поняттєвим апаратом і знаннями певної галузі значно збільшує можливості швидкого і міцного запам'ятовування нової інформації завдяки смислової пам'яті [19, 20, 39 223]. Фундаментальні знання потрібно закладати у довготривалу пам'ять, тому для уникнення механічного заучування необхідно навчити учнів раціональних прийомів довільного запам'ятовування: формулювання мети діяльності, посилення внутрішніх зв'язків в самому матеріалі або на основі зв'язку навчальної інформації з інтересами учня, активна розумова діяльність (смісловне групування матеріалу за допомогою СЛС, переказ тексту своїми словами, складання плану, конспекту, питань, пошук відповіді) та ін. [66, 223].

У силу системної організації пам'яті та мислення знання, організовані в систему, міцніше втримуються в пам'яті, швидше актуалізуються і відтворюються [19, 39, 73, 98, 105, 223, 236, 242, 280, 303].

“Образне запам'ятовування базується на перекладі навчальної інформації у схеми, графи, графіки, картинки для підвищення рівня інформаційного потоку, який

надходить у мозок” [6].

Обмеженість об’єму сприймання навчального матеріалу вимагає поділу нової інформації на частини [66, с.55]. В.Д. Лобашев, С.М. Лаврушина [143] дослідили, що середній час для пояснення одиничного середньостатистичного матеріалу при стійкій активній увазі складає 8 – 10 хвилин. Кількість елементів знань і зв’язків, які необхідно засвоїти учням за урок, вимагають більшого проміжку часу. Це приводить до втомлення школярів, зниження їх уваги, якості мислення і запам’ятовування.

Нами досліджено дозування елементів знань на кожному уроці й виявлено: учні високого рівня засвоєння матеріалу в середньому повинні засвоїти 10 елементів знань і встановити 17 – 21 зв’язків, достатнього – 8 елементів знань і 14 – 18 зв’язків, середнього – 6 елементів знань і 10–14 зв’язків, початкового – 3 елемента і 9 зв’язків.

Важливим чинником успішного навчання є увага. Увага – це психічний стан, що характеризує інтенсивність пізнавальної діяльності і виражається в її зосередженості на порівняно вузькій ділянці (дії, предметі, явищі). Вона пов’язана з інтересами, нахилами, покликанням людини, від її особливостей залежать такі якості особистості, як спостережливність, здатність відзначати в предметі і явищах малопомітні, але істотні ознаки [293, с.8].

Досліджено, що обсяг уваги учня від 2 до 5 об’єктів [66, 280, 293]. Основною умовою розширення обсягу уваги – наявність навичок і умінь систематизації, об’єднання за змістом, групування сприйнятого матеріалу [293, с.13]. З’ясовано, що якщо підводити підсумок до вивченого, то покращується сприймання наступного навчального матеріалу [66]. Використання СЛС у навчальному процесі дозволяє зосереджувати увагу учнів одразу на кількох поняттях, що дає змогу глибше осмислювати відношення між поняттями. Структурна організація елементів знань викликає мимовільну увагу.

Успішність сприйняття, розуміння та запам’ятовування нового матеріалу залежить від активної роботи декількох аналізаторів. Встановлено, що одноманітність інформації супроводжується розсіюванням уваги. Для керування нею психологи пропонують використовувати оригінальну послідовність викладу, новизну інформації, виокремлення понять. Стійкість уваги суттєво підвищується,

якщо учень не просто споглядає, а й взаємодіє з об'єктом навчання, розглядає його і вивчає. Формування інтересу старшокласників до певних наук і видів діяльності зумовлює посилення вибірковості уваги [66, 171, 223, 245, 289, 293, 303].

Для мотивації та саморегуляції старшокласника важливим є акцентування уваги на притаманних йому здібностях та навичках, які є сталими особливостями учня і гарантують успіх у діяльності. Такий конструктивний зворотний зв'язок є потужним чинником посилення у них почуття компетентності [93, с. 10].

Встановлено, що емоції впливають на перебіг різних психічних процесів – сприймання, пам'яті, уяви, мислення, зумовлюють формування певних рис характеру особистості. Позитивні емоції покращують процеси пам'яті, мислення. Стан радості, захоплення сприяє успішному виконанню пізнавальних, проблемних завдань [19, 41, 48, 93, 107, 112, 160, 170, 171, 183, 224, 289].

Доведено ефективність вивчення нового навчального матеріалу за умов, коли вчитель базується на життєвий досвід учнів або проводить аналогію з відомими їм відомостями. Істотний вплив на продуктивність навчання з фізики мають такі дидактичні заходи: використання фізичного експерименту та різноманітних видів навчальної діяльності, самостійна робота, компактне викладення теоретичного матеріалу з його опрацюванням у процесі розв'язування вправ [187, 200].

Підсумовуючи сказане, нами зроблені такі висновки:

1. Психолого-педагогічні дослідження на основі структурно-логічного аналізу знань учнів довели потребу зміни напрямку навчально-виховного процесу від інформативно-об'єктивізованого типу до розвивально-особистісного.

2. На основі аналізу науково-методичної літератури нами виділені такі основні цілі особистісно орієнтованого навчання: 1) визначити життєвий досвід кожного учня, рівень інтелекту, пізнавальні здібності, інтереси, якісні характеристики, які спочатку необхідно розкрити, а потім узгодити зі змістом освіти та розвинути в навчальному процесі; 2) формувати позитивну мотивацію учнів до пізнавальної діяльності, потребу в самопізнанні, самореалізації, самовдосконаленні; 3) озброїти учнів механізмами адаптації, саморегуляції, самозахисту, самовиховання, необхідних для становлення самобутньої сучасної людини.

3. Учні характеризуються індивідуальними рисами і умовно поділяються за функціональною активністю півкуль. Для учнів з наочно-образним мисленням використовувати методи, що забезпечують емоційно-чуттєве та зорово-наочне сприймання. Для учнів з абстрактно-логічним мисленням актуальною є аналітико-синтетична інтелектуальна діяльність. Врахування психофізіологічних особливостей мислення учнів, їх нахилів та інтересів дозволяє реалізувати профільне навчання.

4. Навчальний матеріал з молекулярної фізики, що пропонується учням, повинен відповідати їх пізнавальним інтересам і мати логічне упорядкування, що забезпечить доступність інформації. Використання СЛС у навчальній діяльності сприяє прискоренню процесу осмислення учнями навчального матеріалу, формуванню умінь узагальнювати і систематизувати знання, практичних навичок подання інформації у вигляді схем, активізації понятійно-теоретичної діяльності учнів.

5. З'ясування причинно-наслідкових зв'язків на основі структурно-логічного аналізу і формування системних знань навколо наскрізних понять дають змогу розвивати логічне мислення учнів. Рівні мислення учнів відповідають рівням навчальних досягнень учнів: рівень розпізнавання – початковому, рівень розуміння – середньому, рівень логічного мислення – достатньому, рівень творчого мислення – високому рівню засвоєння знань.

6. Застосування раціональних прийомів запам'ятовування, у тому числі на основі СЛС, дозволяють учням фундаментальні знання закладати у довгострокову пам'ять, уникати механічного заучування. Успішність запам'ятовування залежить від активності учня, його самостійності в оволодінні знаннями.

7. Вихідними умовами реалізації принципів особистісно орієнтованого навчання в профільних класах є такі нові особливості створення освітнього простору: 1) учні профільних класів усвідомлюють надану можливість власного незалежного вибору та самореалізації саме у тому віці, який прийнято вважати характерним до пошуків незалежності; 2) школярі самостійно будують власну освітню траєкторію і розпочинають активно розв'язувати у процесі навчання проблеми, які їх цікавлять і життєво значимі для їх особистісного зростання; 3) особистісний підхід з боку вчителя здійснюється на основі діалогічності та співробітництва.

Висновки до розділу 1

1. Системний підхід та технологія структурно-логічного аналізу дозволяють дослідити структуру навчального матеріалу розділу “Молекулярна фізика”; побудувати схему інформаційних зв’язків між елементами знань; встановити сферу застосування понять, явищ, теорій, суджень і дій теми, послідовність їх вивчення та повторення, здійснити кількісну оцінку інформаційного навантаження учнів.

2. Матричний метод аналізу “відрізка” навчального матеріалу дає змогу критично оцінити роль окремих явищ, фізичних процесів, понять, суджень, дій, теорій у загальній системі.

3. Метод перетину СЛС дозволяє встановити спільні елементи знань тем, на які поділений розділ “Молекулярна фізика”, внутріпредметні та міжпредметні зв’язки. Це дає змогу усунути повторення вивчення однакових елементів знань, врахувати внутрішні зв’язки при актуалізації, узагальненні та систематизації навчального матеріалу.

4. Структурно-логічний аналіз знань учнів виокремлює елементи знань, які мають низький коефіцієнт засвоєння. Дослідження їх структурних зв’язків дає змогу внести зміни у методику навчання.

5. У сучасних підручниках не в достатній мірі простежується напрямок профільного призначення: зміст посібника для фізико-математичних класів від гуманітарних не відрізняється за глибиною викладу, а лише за розширенням змісту, стиль декламування та способи пояснення навчального матеріалу однакові, мало інформації, що стосується предметної профілізації. Встановлені відношення між елементами знань, введені нові поняття дають змогу провести перебудову і внести корективи у логічну структуру навчального матеріалу.

6. З впровадженням особистісно орієнтованого навчання та профілізацією старшої школи зміст молекулярної фізики та методи навчання мають бути спрямованими на становлення компетентної особистості, яка здатна до соціальної адаптації в суспільстві, усвідомлювати власний потенціал та способи реалізації обраного життєвого шляху. Для досягнення цієї мети є потреба зміни пріоритетів не тільки формувати знання, навички та уміння учнів, як основної освітньої мети, а й створювати умови для розкриття та розвитку їх здібностей, нахилів та уподобань.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ НА ОСНОВІ ОСОБИСТІСНО ОРІЄНТОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

2.1. Упорядкування змісту і структури навчального матеріалу з молекулярної фізики на основі системного підходу

Дослідження структури навчального матеріалу підручників та знань учнів на основі виділених елементів знань і зв'язків між ними дозволили прослідкувати логіку побудови навчального тексту, функціональні зміни системи при розширенні чи ущільненні матеріалу для профільного та рівневого навчання.

Одним із завдань теми “Основи МКТ ідеального газу” є ознайомлення учнів з поняттям наукової теорії, на основі порівняння молекулярно-кінетичного та термодинамічного підходів – з різними рівнями пізнання матерії, особливостями мікро- і макросистем.

Проведені нами дослідження методом “дерева” довели, що формування елементів знань, пов'язаних з поняттям наукової *теорії*, за логічними кроками завершується після вивчення величин, які характеризують молекули (див. рис. 1.5). Основне рівняння МКТ, рівняння стану та газові закони подаються учням відокремлено, без включення їх у загальну схему побудови теорії. Встановлення зв'язків МКТ з елементами знань: основне рівняння МКТ, рівняння стану ідеального газу, газові закони (63 – 64, 65 – 64, 59 – 64) дозволило замкнути контури 63 – 64 – 65, 59 – 58 – 62 – 63 – 64, 59 – 58 – 62 – 63 – 65 – 64 (див. рис. 1.1) і виділити молекулярно-кінетичний та термодинамічний підходи. Нами запропоновано в кінці вивчення підрозділу узагальнити і систематизувати навчальний матеріал про МКТ як приклад пояснення системності знань (розд. 2.2).

Поняття *внутрішньої енергії* – одне з головних понять розділу “Молекулярна фізика” і розкривається на основі молекулярно-кінетичних та термодинамічних уявлень. Проте перетин СЛС (див. рис. 1.3) не виокремлює цей елемент знань. Дослідження показали, що при формуванні поняття про внутрішню енергію ідеального газу

одразу після вивчення його структурних елементів, під час викладу підрозділу “Основи МКТ”, це поняття включається в систему знань про ідеальний газ (рис. 2.1). При такому підході в термодинаміці внутрішня енергія розглядалася з термодинамічної точки зору, чим посилювалося значення різних методів молекулярної фізики. Відбулося замкнення контуру 5 – 31 – 13 – 26 – 33 – 43 (див. дод. А.15).

На основі методу накладання СЛС нами досліджено зв’язок елементів знань – мікрочастинки і швидкості теплового руху. На рис. 1.1 поняття швидкості має зв’язки з елементами знань: тепловий рух, середня швидкість, середня квадратична швидкість, дослід Штерна. У посібнику природничо-наукового профілю швидкість пов’язана зі статистичним розподілом молекул.

Стрімкий розвиток сучасної науки вимагає поглиблення змісту навчального матеріалу. Розуміння *статистичного та термодинамічного підходу* є потребою, яка підтверджена універсальністю ймовірнісних закономірностей. Із статистичним методом учні знайомляться при вивченні математики в 9 класі та біології на початку 10 класу. Виділення таких понять як середня швидкість, середня квадратична швидкість, розподіл молекул за швидкостями дало змогу пояснити на основі дослідів Штерна статистичний метод і замкнути контур 35 – 4 – 91 – 92 – 93 – 94 – 95 – 100 – 101 – 86 – 38 – 36 – 49 – 104.

Логічні зв’язки елементів знань про будову газів, рідин та твердих тіл, тепловий рух і взаємодію молекул, дифузію з поняттям рівномірного розподілу частинок розширили знання учнів про статистичні закономірності. Додатково учням повідомлялося, що дифузія відбувається, як в однорідних, так і різнорідних речовинах, залежить від температури. В однорідній за складом рідині дифузія відбувається тоді, коли існують відмінності у густині речовини.

На основі аналізу “дерева” СЛС (дод. Е.1) нами запропонована така послідовність викладу матеріалу: тепловий рух → швидкість → рівномірний розподіл частинок → середня швидкість → середня квадратична швидкість → розподіл молекул за швидкостями → дослід Штерна → формули середньої квадратичної швидкості → статистичний метод. Знання учнів про статистичний підхід дозволили посилити світоглядну спрямованість молекулярної фізики, збільшити науково-теоретичний

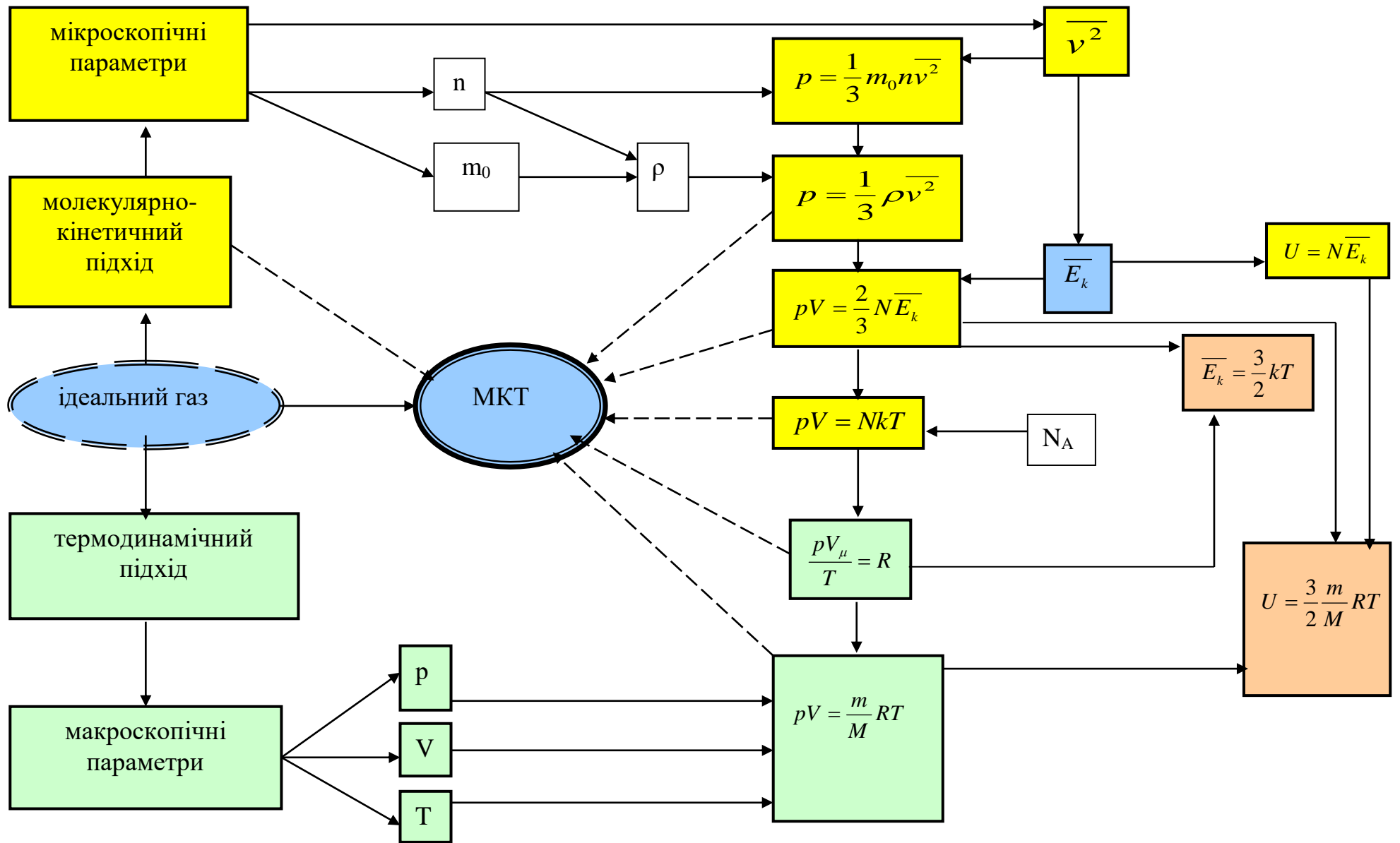


Рис. 2.1. Структурно-логічна схема до теми “Основи МКТ ідеального газу”

рівень її змісту. Встановлено, що матеріал про статистичні закономірності та розподіл Максвелла усвідомлюється учнями всіх профілів та рівнів засвоєння знань.

За вимогами навчальних програм [287] при вивченні теми “Маса і розміри молекул” використовуються знання учнів з хімії про масу молекули (49,02 %), число Авогадро (59,43 %), моль (36,92 %), молярну та відносну молекулярну маси (39,81 % та 39,16 %) (див. дод. Р.1). Нами встановлено, що у СЛС, яка складена за посібником С.У. Гончаренка [58], при поясненні величин, що характеризують молекули, відсутні формули кількості речовини ($\nu = \frac{m}{M}$), молярної маси ($M = m_0 N_A$), кількості частинок ($N = \frac{m}{M} N_A$). Введення цих формул залежності дозволило замкнути контури 18 – 15 – 14, 16 – 12 – 18, 13 – 12 – 18 – 15 (див. рис. 1.1).

Розгляд елементів знань про будову та властивості агрегатних станів речовини після вивчення основних положень МКТ дозволив встановити їх зв'язок з дифузією та пояснити на молекулярно-кінетичному рівні механізм виконання явища. При цьому утворюються нові замкнені контури 25 – 25' – 1 – 2 – 4 – 25, 25 – 25' – 29.

У СЛС (див. дод. А) послідовність вивчення навчального матеріалу про температуру закінчується поняттям абсолютного нуля, який має зв'язки з елементами знань: термодинамічна шкала, абсолютна температура, молекули, поступальний рух, коливальний рух, середня кінетична енергія (рис. 2.2). На нашу думку, є потреба додати учням, що абсолютному нулю температур відповідає такий стан системи, за якого вона не може віддавати енергію ніякій іншій системі, а довести його після вивчення другого закону термодинаміки.

При встановленні зв'язку поняття абсолютного нуля з термодинамічною рівновагою замикаються контури 78 – 81 – 82 – 84 – 78, 78 – 83 – 56 – 81 – 82 – 84 – 78. Знання поняття абсолютного нуля дало змогу пояснити межі застосування газових законів і графічне зображення ізопроцесів. Завдяки аналізу дерева СЛС теми “Основи МКТ ідеального газу” (див. рис. 1.5) виявлено послідовність вивчення абсолютного нуля перед газовими законами і запропоновано його розглядати під час вивчення ізопроцесів [272].

Виведення основного рівняння МКТ ідеального газу має бути більш детальним.

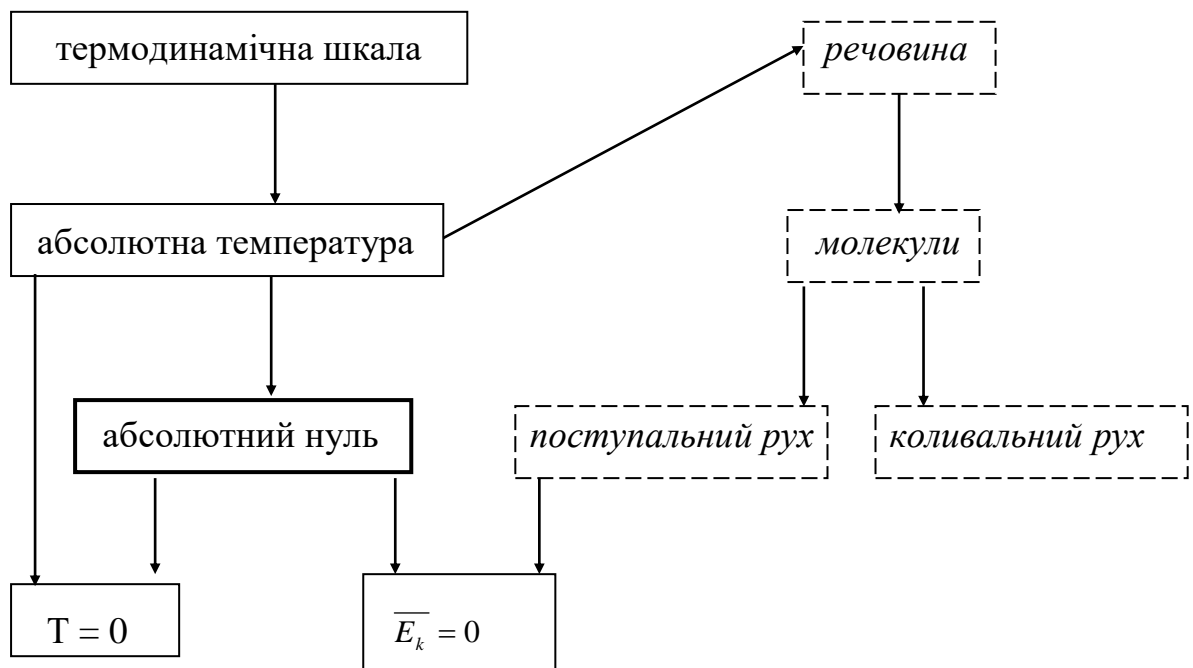


Рис. 2.2. Фрагмент СЛС формування поняття абсолютного нуля

У діючих шкільних підручниках [57 – 59] нечітко визначено поняття зміни імпульсу. При викладенні цього навчального матеріалу автори шкільних підручників та посібників не завжди посилаються на закони Ньютона. У підручнику С.У. Гончаренка [59] зміна імпульсу пояснюється так: оскільки газ ідеальний, то удар молекули пружний, тобто вона не втрачає своєї швидкості, а лише змінює напрямок руху, тому її імпульс змінюється при ударі на $\Delta(m\vec{v}) = m\vec{v} - (-m\vec{v}) = 2m\vec{v}$.

Учні з попереднього матеріалу знають, що зміна імпульсу тіла дорівнює: $\Delta(m\vec{v}) = m\vec{v}_2 - m\vec{v}_1$. До удару імпульс дорівнює m_0v_1 вздовж осі ОХ. Після удару він дорівнює $(-m_0v_2)$. Тоді зміна імпульсу для молекули буде дорівнювати $\Delta(m_0v) = -m_0v_2 - m_0v_1$. Так як $v_2 = v_1 = v$, то $\Delta(mv) = -2mv$. За третім законом Ньютона молекула внаслідок удару передає стінці імпульс: $\Delta(mv) = 2mv$.

Універсальна газова стала подається як добуток сталих k і N_A [57 – 59]. Фізичний зміст цієї сталої залишається невизначеним. Універсальна газова стала – це фізична величина, яка чисельно дорівнює роботі розширення одного моля ідеального газу при ізобарному нагріванні його на 1 К. З іншої сторони – це фізична величина, яка чисельно дорівнює зміні кінетичної енергії кількості речовини 1 моль

при ізобарній зміні температури на 1 К.

“Дерево” СЛС теми “Взаємне перетворення рідин і газів” (дод. Е.2) виокремлює групу елементів знань, які пов’язані з силами взаємодії – зчеплення, змочування, капілярність. Явище капілярності пов’язане із змочуванням та залежить від поверхневого натягу (формула висоти підняття рідини в капілярній трубці). На основі аналізу логічної послідовності викладення елементів знань нами запропоновано явище змочування розглядати як доказ положення МКТ про існування сил взаємодії.

На основі структурно-логічного аналізу виявлено відсутність пояснень до елементів знань: в’язкість, в’язка рідина, переохолоджена рідина, зчеплення. Вони характеризується низькими коефіцієнтами засвоєння знань (дод. Т), тому для спрощення логічних кроків нами були виключені з навчального тексту і пропонувалися як доповнення. Педагогічний експеримент засвідчив, що названі елементи знань суттєво не впливають на засвоєння учнями теми.

Види деформації, властивості твердих тіл та рідини розглядаються без молекулярно-кінетичного тлумачення. При встановленні зв’язків деформації та діграми розтягу з положеннями МКТ замкнулися контури: 40 – 42 – 55 – 21 – 40, 40 – 42 – 44 – 55 – 21 – 40 (дод. А.11).

Нами використаний висновок структурно-логічного аналізу навчального матеріалу (дод. Е.4) про необхідність розгляду роботи газу перед першим законом термодинаміки [272], а не нього [59].

Елементи знань, які за опрацюванням матриць суміжності та досяжності відносяться до груп А і В (дод. 3.2, 3.4, 3.6, 3.8), вимагають скорочення або розширення зв’язків для забезпечення відповідного сприйняття навчальної інформації учнями різних рівнів навчання та напрямків профілізації (розд. 1.4, 2.5).

Деякі елементи знань, які віднесені до групи С (дод. 3.2, 3.4, 3.6, 3.8), вимагають доповнень. Згідно програми для природничого профілю навчання [300] до навчального матеріалу з молекулярної фізики потрібно додати: значення основних положень МКТ для прикладних галузей науки та техніки, хімії, біології, медицини, географії, екології; причини порушення екологічної рівноваги; особливості будови й використання цифрових термометрів; фізичні основи тиску в судинах, його

залежність від атмосферного; вплив великих та малих тисків на організм людини; термодинамічні характеристики земної кори; приклади вико-ристання матеріалів із заданими властивостями в медицині; необоротність хімічних, біологічних та фізіологічних процесів і можливість їх призупинення на конкретних прикладах. Вказаний навчальний матеріал не міститься у діючих підручниках.

До шкільного посібника гуманітарного профілю входять усі елементи знань, що зазначені у навчальній програмі [300] та Державному стандарті базової і повної середньої освіти (рівень стандарту) [79]. Крім того, у книзі присутній матеріал про точку роси, механічні властивості твердих тіл, застосування першого закону термодинаміки до ізопроцесів, принцип роботи холодильника, види теплових двигунів, критичну температуру, критичний стан речовини, поверхневу енергію рідини, формулу Лапласа, лапласівський тиск, монокристали і полікристали, типи кристалів, запас міцності, цикл Карно, діаграму розтягу та ін., який відноситься за програмами профільного навчання до рівня В [209, 207, 300].

Має місце неузгодженість переліку фізичних понять та формул в підручниках і в збірниках задач (парціальний тиск, запас міцності, механічна напруга, внутрішня енергія ідеального газу та ін.), помилки в позначеннях (кількість молекул доцільно позначити літерою N , а не n , масу молекули – літерою m_0 , а не m [59], відсутній запис основного рівняння МКТ у вигляді $p = nkT$ (залишено $pV = NkT$), абсолютна вологість ρ [59] та f [179].

Вище зазначене дало змогу зробити висновки:

1. За результатами опрацювання навчального матеріалу на основі методів системного підходу зміст, логічна структура, послідовність викладу розділу “Молекулярна фізика” відповідають причинно-наслідковій схемі побудови логічних зв’язків.

2. Елементи знань, які мають практичні застосування або профільно спрямовані, вимагають доповнення та поглиблення.

3. Для удосконалення змісту і структури навчального матеріалу необхідно внести корективи у його систему знань (встановлення додаткових зв’язків, виключення або введення нових елементів знань, скорочення відношень між поняттями та явищами).

2.2. Формування узагальнених знань з молекулярної фізики та термодинаміки за умов системного вивчення розділу

Фізика є фундаментом природничо-наукової освіти, філософії природознавства і сучасної природничо-наукової картини світу, прискорення науково-технічного прогресу. Вона забезпечує науковий, гуманітарний, соціально-економічний, ідеологічний і технологічний компоненти освіти.

Пошук нових форм подання навчального матеріалу, його пояснення привів нас до методу симетрії. У дослідженнях І.З. Ковальова [119], Л.В. Тарасова [290, 291], Б.С. Будного [30] та ін. доведено, що введення у шкільний курс фізики ідей симетрії дає змогу: 1) підвищити науковий рівень шкільного курсу фізики; 2) посилити роль дедукції на уроках фізики; 3) об'єднати матеріал курсу навколо загальних фізичних принципів; 4) встановити зв'язки між окремими фізичними теоріями.

Висунуті вченими положення застосування ідей симетрії у навчанні фізики не втрачають своєї актуальності: 1) принцип симетрії використовується як методичний прийом, що допомагає одержати висновки про фізичну систему простим і зручним способом; 2) ідеї симетрії є предметом навчання шкільного курсу фізики; 3) положення симетрії мають використовуватися для більш глибокого і повного розкриття деяких фізичних понять.

Поняття “симетрія” має два значення. З одного боку симетричне означає щось пропорційне, збалансоване. Симетрія вказує на спосіб узгодження багатьох частин, за допомогою якого вони об'єднуються в ціле. З іншого – зміст цього слова означає рівновагу. На сучасному етапі розвитку науки симетрія означає сукупність властивостей: порядку, однорідності, співрозмірності. У більш широкому розумінні симетрія – це властивість незмінності (інваріантності) окремих властивостей, характеристик, процесів та відношень об'єктів при певних перетвореннях [302].

Проведений нами педагогічний експеримент довів, що використання елементів симетрії при вивченні розділу “Молекулярна фізика” дає змогу значно спростити пояснення таких елементів знань: 1) частинки речовини; 2) сили взаємодії; 3) ідеальний газ; 4) тиск ідеального газу; 5) будова рідини; 6) ізотропія твердих тіл; 7) будова

кристалічних і аморфних тіл; 8) оборотні процеси; 9) деформація твердого тіла.

Г.М. Голіц, В.Ф. Єфіменко, В.В. Мултановський, О.І. Бугайов, С.У. Гончаренко, М.І. Садовий та ін. [51, 85, 174, 27, 60, 278] обґрунтували побудову змісту курсу фізики навколо наскрізних понять на основі ідеї генералізації. За перетином СЛС, аналізом матриць суміжності та досяжності нами виділені наскрізні поняття розділу: фізична картина світу, збереження, теорія, речовина, ідеальний газ, маса, енергія, взаємодія, рух (див. розд. 1.1). За складністю вони відносяться до групи А (дод. 3.2, 3.4, 3.6, 3.8).

Одним із наскрізних понять молекулярної фізики є **речовина**. Це поняття розкривається через дискретність її будови на основі елементів знань: молекула, атом, рух та взаємодія частинок. За обробкою матриці досяжності (див. дод. Д.1) зв'язки 1 – 2, 2 – 3, 2 – 4, 2 – 5, 2 – 6 класифіковані нами як “сильні”, тому вивчалися на всіх рівнях засвоєння знань. Відношення між вказаними елементами знань описуються положеннями МКТ.

Нами запропоновано розглядати поняття “речовина” на основі системного підходу. При цьому учням пояснювалось, що речовина має ієрархічні рівні організації: мікро- та макросистеми. Елементарні частинки, атом, молекула – мікросистеми. Газ, рідина, тверде тіло, плазма й усе, що складається з них, являє собою макросистеми. Поняття речовини має зв'язки з частинками, тепловим рухом, силами взаємодії та агрегатними станами речовини.

Учні мали усвідомити, що молекула “успадковує” властивості атома – здатність віддавати і приєднувати електрони, поглинати і випускати енергію (квантами). Однак у молекулі, до складу якої входить як мінімум два ядра, виникає додаткова взаємодія ядро – ядро. Молекула набуває нових властивостей, які відсутні у атома, наприклад, здатність робити коливальні рухи.

Значна кількість взаємопов'язаних атомів і молекул утворюють якісно новий стан речовини, що відрізняється від одиничного атома чи молекули (мікросистеми). Взаємодія між атомами чи молекулами приводить до появи властивостей макросистем: твердість, пластичність, текучість (плинність), теплоємність, теплопровідність тощо. У фізичних явищах молекули зберігаються, в хімічних – змінюються. В учнів формувалася думка, що молекули в одних явищах виступають

як неподільні частинки, в інших – як подільні. Ця ідея про різні ступені дискретності виховувала діалектичний підхід до аналізу явищ.

Поняття про мікрочастинки нами пов'язувалось з симетрією відносно перестановки однакових частинок. Ця симетрія вказує на існування в природі тотожних частинок і на неможливість їх розрізнити у фізичних експериментах. Один атом можна замінити іншим, однакового типу атомом і це не вплине на перебіг фізичного явища. Розуміння того, що симетрія визначає необхідність (вона зменшує кількість можливих варіантів), дозволило логічно упорядкувати знання навколо найзагальніших понять та створити цілісні системні знання в учнів [270].

Мікрочастинками у молекулярній фізиці є молекули, атоми та іони. Молекули й атоми характеризуються розміром та масою. Досліджуючи ізоморфізм СЛС, встановлено відсутність елементів знань про будову атомів та іонів. Вказаний навчальний матеріал пов'язаний з силами зв'язку в твердих тілах (див. дод. А.11), які мають низькі коефіцієнти засвоєння ($K_{з\text{сер}} = 22\%$, дод. Б.3).

На основі застосування структурно-логічного та матричного аналізу нами досліджено, що ґрунтовне вивчення поняття молекули у 10 класі, як матеріального носія теплової форми руху, зводиться до розгляду наступних фактів: 1) молекули, як будь-які матеріальні об'єкти, мають певну масу, тобто володіють інерційними і гравітаційними властивостями; 2) молекули мають розмір, структуру і просторові властивості; 3) молекули знаходяться в стані постійного теплового руху, який характеризується величинами: швидкість молекул, довжина вільного пробігу, число зіткнень за одиницю часу; 4) для молекул характерні статистичні закономірності (розподіл молекул за швидкостями, розподіл молекул у полі земного тяжіння); 4) між молекулами одночасно проявляються сили притягання і сили відштовхування, які неоднаково залежать від зміни відстані між молекулами; 5) молекули володіють енергією та імпульсом; 6) явища змочування, випаровування, плавлення і т.д. доводять невичерпність властивостей молекул. Вказані особливості молекул дозволили нам під час педагогічного експерименту формувати систему знань про мікрочастинки на новому науковому рівні.

Аналіз СЛС знань учнів (див. дод. Б) доводять про формальне засвоєння

теплого руху мікрочастинок та сил взаємодії. Відсутні логічні зв'язки між елементами знань про статистичні закономірності, просторові властивості молекул, необоротність теплого руху. Роль молекул, як частинок речовини, у фізичних явищах розкрита неповністю. Ознайомлення учнів з характерними особливостями руху молекул, з фізичними поняттями і величинами, що характеризують світ молекул, з їх взаємодією і статистичними закономірностями сприятиме поглибленню уявлень учнів про матерію.

Структурно-логічний аналіз (див. рис. 1.1) вказав на відсутність зв'язку поняття швидкості молекул з елементами знань: статистичні й динамічні закономірності, стан, система, середовище, випадкова подія, ймовірність, розподіл молекул. Вказані елементи знань дали змогу пояснити теплову швидкість молекул та розкрити сутність статистичного методу МКТ.

Поняття руху має сильні зв'язки з елементами знань: середня швидкість, середня квадратична швидкість, середня кінетична енергія, дослід Штерна (4 – 23, 4 – 24, 4 – 35, 35 – 36, 38 – 36, 35 – 49, 49 – 57). Тепловий рух частинок (4 – 23, 4 – 24, див. рис. 1.1) відрізняється від поняття механічного руху. Сукупність величезної кількості молекул має нові властивості, яких немає в окремої молекули. Рух кожної частинки описується за допомогою законів механіки, а рух усіх молекул тіла має якісно відмінну форму руху матерії. Достовірність вказаного твердження підтверджується дослідом Штерна.

Розподіл молекул за швидкостями нами розглядався на основі інтерактивних моделей (рис. 2.3) [138]. На екран виводилася крива розподілу при певній температурі й обчислювалася середньоквадратична та найбільш ймовірна $v_{\text{н}}$ швидкості. При зміні температури газу T спостерігалось зміщення максимуму кривої розподілу. Зверталася увага учнів на те, що кількість виділених молекул максимальна, коли інтервал швидкостей розташовується поблизу максимуму кривої розподілу. Швидкість таких молекул близька до найбільш ймовірної швидкості $v_{\text{н}}$.

Поняття про частинки, їх рух і взаємодію пов'язані з явищами броунівського руху та дифузії. У педагогічному експерименті виявлено, що 58,97 % учнів причину броунівського руху частинки зв'язують з тепловим рухом молекул середовища.

Відсутність точної компенсації ударів молекул, тобто флуктуацій тиску, ними не враховується. Практично жоден з учнів контрольних класів не відповіли, що у великих об'ємах рідини, газу, коли тиск створюється великою кількістю молекул, значення відхилень тиску, порівняно із середнім значенням тиску, незначні й ніякої ролі не відіграють. Це означає, що при великих об'ємах і значній кількості частинок найімовірніший їх розподіл – рівномірний по всьому об'єму. На основі структурно-логічного аналізу встановлено відсутність понять про розподіл частинок у об'ємі.

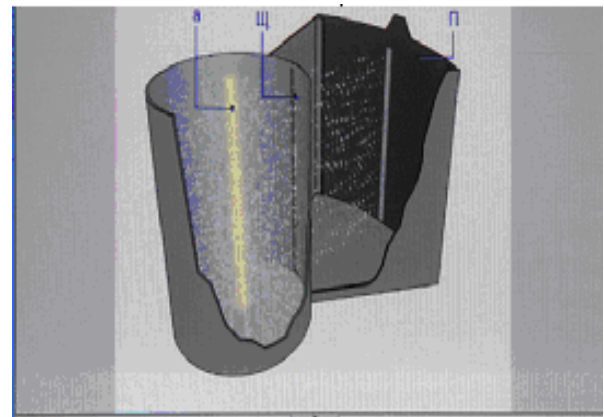
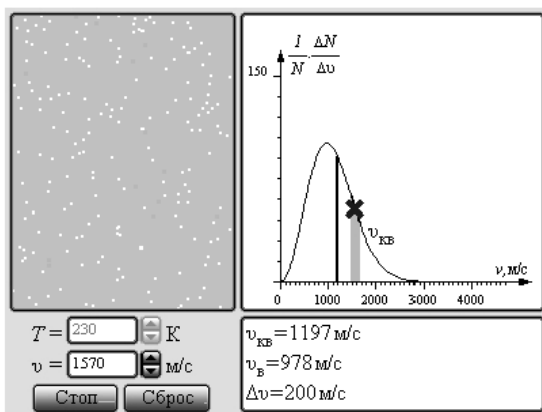


Рис. 2.3. Інтерактивні моделі “Розподіл Максвелла” та “Дослід Штерна”

За СЛС (див. рис. 1.1) виявлено зв'язок дифузії і броунівського руху зі швидкістю частинок. Швидкість частинок пов'язана із статистичним розподілом молекул за швидкостями. Аналіз СЛС доводить про відсутність зв'язку броунівського руху і дифузії зі статистичними закономірностями, необоротністю процесу. Матеріал про рівномірний розподілу молекул, на прикладі дифузії, є пропедевтикою до вивчення поняття ідеального газу.

На основі структурно-логічного аналізу досліджені зв'язки броунівського руху (див. рис. 1.1): рух броунівських частинок викликаний ударами молекул речовини, для яких виконується закон збереження імпульсу; броунівський рух неперервний і хаотичний, залежить від властивостей речовини; рух броунівських частинок дозволяє стверджувати про рух молекул середовища, в якому ці частинки знаходяться; броунівський рух доводить існування молекул, їх рух та характер цього руху. Броунівський рух помітніший при меншій масі частинки, меншій в'язкості середовища і вищій температурі. У СЛС виявлено лише останню умову.

Знання розподілу молекул за швидкостями (розподілу Максвелла) застосовувалось нами при поясненні випаровування рідин, зниження температури при випаровуванні, принципу дії психрометра.

Поняття **ідеального газу** нами вважається наскрізним. Зв'язки 32 – 6, 32 – 13, 32 – 35, 32 – 45, 32 – 46, 32 – 53, 32 – 58, 32 – 59, 32 – 63, 32 – 64, 32 – 65 (див. рис 1.1), 3 – 5 (див. дод. А.7), 31 – 43 (див. дод. 15), пов'язують його з елементами знань: молекула, кількість частинок, швидкість, мікроскопічні параметри, макроскопічні параметри, основне рівняння МКТ, рівняння стану ідеального газу, ізопроекти, внутрішня енергія. В педагогічному експерименті нами пропонувалося означення ідеального газу ввести через його властивості, що дало можливість формувати поняття як фізичну модель реального газу (рис. 2.4).

Ідеальний газ – газ, який задовольняє наступні умови: 1) зберігає газову фазу при будь-яких умовах (не перетворюється в рідкий чи твердий стан); 2) складається з великої кількості сферичних недеформованих тіл (пружних молекул-кульок), однакових за масою, розмірами яких можна знехтувати порівняно з об'ємом, який вони займають; 3) силами взаємодії можна знехтувати, так як сили притягання дуже малі, а сила відштовхування проявляється лише у безпосередній близькості молекул (взаємодія молекул відбувається лише при їх співударях і є пружною); 4) час зіткнення молекул ідеального газу значно менший, ніж інтервал часу між ударами, а їх рух в цей проміжок часу – рівномірний і прямолінійний; 5) при відсутності дії зовнішніх сил молекули ідеального газу розташовані рівномірно в усьому об'ємі, який йому наданий; 6) енергія газу визначається лише значенням середньої кінетичної енергії молекул, а величиною потенціальної енергії молекул можна знехтувати; 7) ідеальний газ містить настільки велику кількість частинок, що їх стан визначається статистичними і ймовірносними законами.

У порожні клітинки схеми учні вписували матеріал на повторення: 1) властивості газу як агрегатного стану речовини; 2) означення матеріальної точки (МТ); 3) характеристики пружного удару; 4) означення прямолінійного рівномірного руху; 5) формулу кінетичної енергії.

Відмічалось, що ідеальний газ розглядається за умови відсутності зовнішнього

впливу. Причина тиску ідеального газу – тепловий рух молекул і їх удари об стінку посудини. При відсутності зовнішніх полів простір ізотропний, тому усі напрямки швидкості молекул у будь-якій точці рівноправні [270].

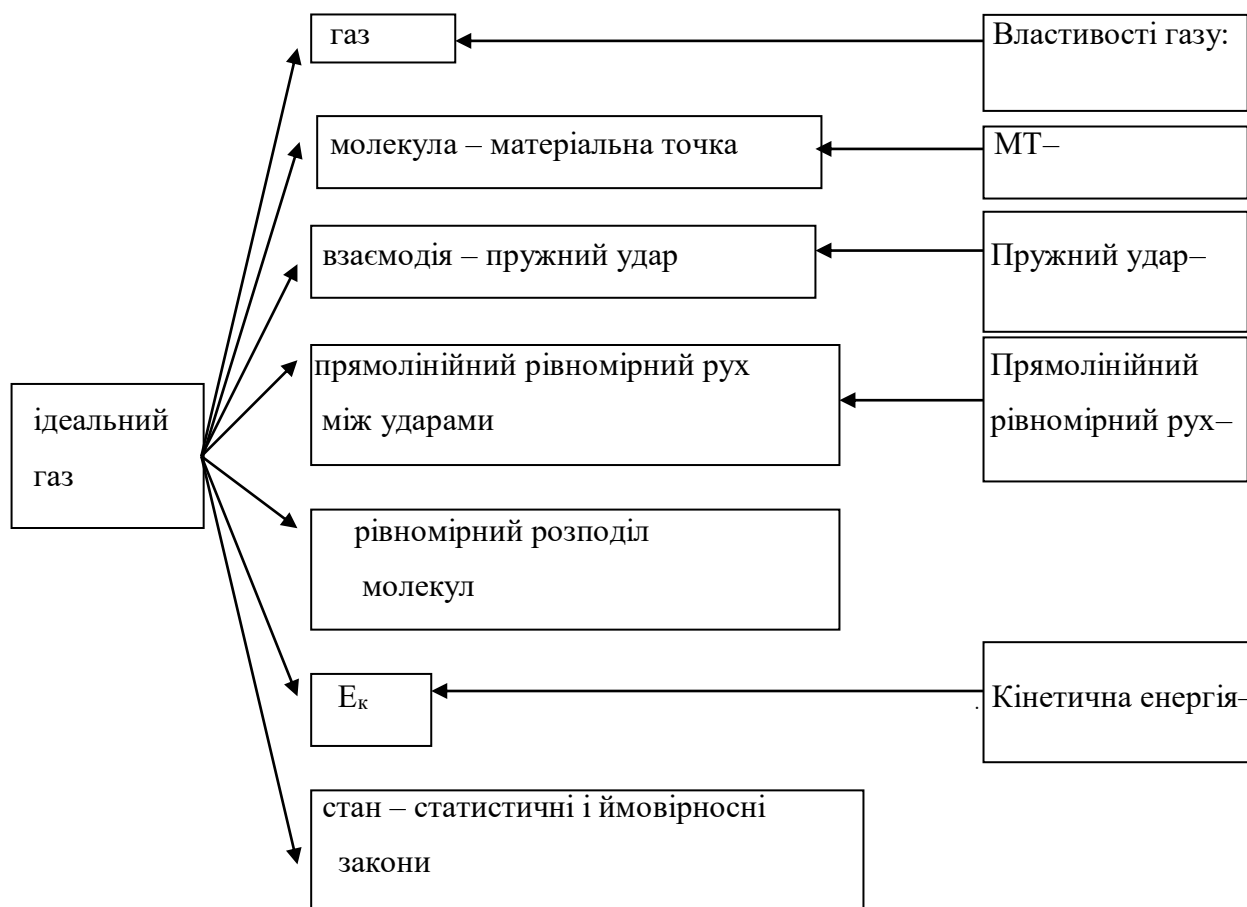


Рис. 2.4. СЛС формування поняття ідеального газу

При вивченні поняття про ідеальний газ зверталася увага учнів на те, що густина, температура, тиск в усіх точках виділеного об’єму однакові. За цими ознаками кожна точка середовища не відрізняється від інших, вони між собою симетричні, і є точкою перетину безлічі осей симетрії. Ідеальний газ при цьому називається однорідним.

Згідно з психолого-педагогічними рекомендаціями для наочного сприйняття навчального матеріалу розглядалася модель ідеального газу за комп’ютерною розробкою [179].

Поняття **маси** – одне з найбільш складних і фундаментальних в науці. Це поняття використовують як для об’єктів макросвіту (матеріальних і польових), так і для об’єктів мікросвіту (частинок речовини і поля). Дослідженню поняття маси

присвячені роботи Г.П. Мальковського [152], Г.Я. Мякишева, А.А. Пінського, А.Н. Малиніна [177], М.І. Садового [236] та ін.

Поняття маси, як наскрізне поняття, має зв'язки 12 – 16, 18 – 16, 12 – 14, 19 – 14, 17 – 18, 19 – 20, 20 – 18, 46 – 14, 14 – 48, 14 – 59, 12 – 63 (див. рис. 1.1), 104 – 45, 104 – 47, 104 – 54, 104 – 51, 104 – 48, 104 – 53, 104 – 50 (див. дод. А.15) з елементами знань: кількість речовини, молярна маса, відносна молекулярна маса, моль, атомна одиниця маси, маса молекули, мікроскопічні параметри, основне рівняння МКТ, рівняння Клапейрона – Менделєєва, види теплообміну.

У СЛС теми “Основи МКТ ідеального газу” (див. рис. 1.1), встановлені зв'язки маси з елементами знань: швидкість молекул, середня кінетична енергія, густина, основне рівняння МКТ, рівняння стану, кількість теплоти при нагріванні, охолодженні, плавленні, кристалізації, конденсації, випаровуванні, згорянні палива.

На основі системного підходу досліджено, що при вивченні молекулярної фізики не використовується закон збереження маси, зв'язок маси з її властивостями, які розглянуті на першому ступені навчання: інерційні та гравітаційні властивості, адитивність. Поняття маси тісно пов'язане з матерією і характеризує її властивості: інерційні, гравітаційні, адитивність, кількість речовини, залежність від швидкості руху, міра повної енергії, існування у формі речовини і поля.

Історико-методологічний підхід до формування структури і змісту молекулярної фізики дозволив познайомити учнів з історичними фактами відкриття законів, явищ, життєдіяльності окремих учених, показати процес становлення науки з її проблемними ситуаціями, виділити загальнонаукові методи пізнання природи [29, 304].

Нами запропоновано вводити поняття маси у 10 класі на основі послідовності історичних фактів:

1. Термін маса (від лат. *massa* – кусок, грудка) вперше вживається І. Ньютоном у “Математичних началах натуральної філософії” для позначення кількості матерії: “Кількість матерії (маси) є міра такої, що встановлюється пропорційно густині і її об'єму” [152]. Для однорідних тіл математично записується у вигляді закону: $m = \rho \cdot V$.

2. І. Ньютон вказав на основні способи визначення маси за властивостями матерії. Спосіб знаходження маси за вагою, тобто за силою тяжіння, сприяло

введенню гравітаційної маси. Маса, що визначається за силою та прискоренням з другого закону динаміки, у подальшому одержала назву “інертної маси”.

3. Значний вклад в обґрунтування основ атомно-молекулярного вчення та закону збереження маси внесли М.В. Ломоносов і А.Л. Лавуазьє [32, 147].

4. Д. Дальтон уперше поставив проблему визначення відносної ваги атомів і вказав шлях розв’язання цієї проблеми [35, 251]. Атомною вагою елемента він назвав відношення ваги даного елемента до ваги атома водню. Закон Авогадро став основою для визначення відносної молекулярної і атомної маси речовини у газоподібному стані.

5. На початку ХХ століття було прийнято, що атомна вага кисню дорівнює не 15,87, а 16,00. У 1961 році в основу нової шкали атомних мас було покладено атомну масу ізотопу Карбону-12. Подальший розвиток атомістики показав, що закон Авогадро може бути основою не тільки для визначення відносних молекулярних і атомних мас, а дозволяє знайти їх абсолютне значення. “Кількість матерії” окремого атома, тобто його маса, виступає як елементарна матеріалістична основа усіх тіл природи, побудованих з атомів і молекул. Вчення про молекулярну і атомну масу хімічних елементів приводить до макроскопічних і мікроскопічних мір кількості матерії.

6. Після з’ясування поняття маси атомів пропонувалося пригадати про відкритий у 1869 році періодичний закон Д.І. Менделєєва: “Властивості елементів, а тому і властивості утворених ними простих і складних тіл перебувають у періодичній залежності від величин атомних мас елементів” [32, 159].

За розглянутими історичними відомостями учні повторювали основні формули маси та її властивості, які вивчалися раніше на уроках фізики та хімії.

Як показали результати педагогічного експерименту, ефективним є формування поняття маси у 10 класі на основі аналізу СЛС (дод. Л.6).

Поняття кількості речовини було впроваджено в курс фізики середньої школи з 1975 року. За рішеннями XIV Генеральної конференції в 1971 року до Міжнародної системи одиниць введено величину – кількість речовини. Спочатку грам-атом і грам-молекулу ототожнювали з молем. Тепер моль має самостійне змістове значення і характеризує кількість структурних елементів, які для кожного випадку

кількісного опису фізичних явищ мають бути тотожними і незмінними. Введення моля в шкільний курс ілюструє ідею дискретності речовини. Фізичний зміст поняття 1 моля полягає у тому, що в одному молі будь-якої речовини міститься однакова кількість структурних елементів (N_A). З іншого боку 1 моль оцінює масу речовини.

Виділення поняття маси у розділі “Молекулярна фізика” дозволило встановити усі зв’язки між елементами знань СЛС теми “Основи МКТ”, що сприяло генералізації знань навколо наскрізного поняття маси. Зв’язок 16 – 18 між елементами знань кількість речовини та молярна маса дав змогу замкнути контури 17 – 16 – 18, 1 – 2 – 13 – 14 – 19 – 20 – 18 – 16 – 12, 13 – 14 – 19 – 20 – 18 – 16 – 15 (див. рис. 1.1).

При узагальненні й систематизації знань про масу формулювалося таке означення: речовиною називають усе, що має масу. При такому підході можливим було трактування речовини як усе, що складається з протонів, нейтронів і електронів, маса яких досить точно виміряна. Це стало пропедевтикою до формулювання маси як виду матерії, що володіє масою спокою, про яку буде йти мова у 11 класі.

Симетрія нерозривно пов’язана із **збереженням**. Учням пояснювалося, що збереження виділяє в постійно змінному матеріальному світі певні інваріанти. Цим самим в оточуючому рухомому світі виділяється порядок. Закон збереження і перетворення енергії є наслідком однорідності часу. Зміст закону: кількість енергії в замкненій системі залишається незмінною. Взаємозв’язок маси і енергії виражається рівнянням А.Ейнштейна [177, 290]: $E = mc^2$.

Структурно-логічний аналіз показав, що у 10 класі наскрізне поняття збереження має виражатися законом збереження маси, законом збереження і перетворення енергії, законом збереження імпульсу. Закон збереження маси має місце при вивченні маси речовини, маси атомів і молекул, агрегатних станів речовини. Закон збереження і перетворення енергії – при вивченні першого закону термодинаміки, рівняння теплового балансу, агрегатних станів речовини. Закон збереження імпульсу при поясненні основного рівняння МКТ, броунівського руху, тиску газу.

Поняття збереження у розділі явно виражене тільки законом збереження і перетворення енергії (див. розд. 1.4). Структурно-логічний аналіз виявив відсутність зв’язку збереження із загальнонауковим поняттям дискретності. Досліджено, що при

вивченні положень МКТ не вистачає елементу знань про збереження структурних мікрочастинок та збереження маси (див. рис. 1.1).

На основі закону збереження і перетворення енергії нами характеризувався перехід речовини з одного агрегатного стану в інший, рівняння теплового балансу, газові закони [272]. Мислене уявлення (абстрактна модель) виконання закону збереження кількості частинок (маси) дало змогу пояснити агрегатні перетворення речовини на основі молекулярно-кінетичного підходу, який підпорядковується статистичним закономірностям.

Агрегатні стани речовини характеризуються станом сукупності молекул, а тому їх взаємодією. З наскрізним поняттям **взаємодії** пов'язані елементи знань: сила притягання, сила відштовхування, змочування, поверхневий шар рідини, капілярність, тому зв'язки 3 – 21, 3 – 22 (див. рис. 1.1), 67 – 69, 67 – 65, 67 – 93 (див. дод. А) класифіковані нами як сильні.

Викладення всього розділу молекулярної фізики об'єднане єдиною ідеєю молекулярної взаємодії. На основі аналізу графіка залежності сили взаємодії від відстані між молекулами зверталася увага учнів на такі особливості молекулярної взаємодії: а) дія сил притягання і відштовхування відбувається одночасно, але залежність цих сил від відстані між молекулами неоднакова – сили відштовхування з відстанню змінюються швидше, ніж сили притягання; б) існує рівноважна відстань між центрами молекул, при якій сили притягання і відштовхування зрівноважуються; в) молекулярна взаємодія здійснюється за допомогою електромагнітного поля.

Для спрощення пояснення взаємодії між молекулами та деформації твердого тіла сили взаємодії нами пов'язувалися з симетрією їх дії [270, 272]. Рівноважна відстань відповідає положенню стійкої рівноваги молекул. Це означає, що сила притягання молекул дорівнює силі відштовхування. Порушення цієї симетрії призводить до переваги однієї з цих сил.

Педагогічний експеримент довів, що лише 10 % учнів пояснюють на молекулярно-кінетичному рівні пружні та пластичні деформації, деформації розтягу і стиску. Кожна частинка у тілі з кристалічною будовою до його деформації розміщена так, що сума сил, які діють на неї з боку інших частинок, дорівнює нулю.

При порушенні симетрії дії сил (деформації) на кожен зміщену частинку починають діяти сили з боку “сусідів”, щоб повернути її в попереднє положення. Якщо тіло закріплене, то деформація відбувається до тих пір, поки не наступить симетрія дії сил.

У СЛС теми “Взаємне перетворення рідин і газів” (див. дод. А.7) сили взаємодії пов’язані з елементами знань зчеплення, сфера молекулярної дії і рівнодійна сила 67 – 65, 67 – 69, 67 – 93. Поняття зчеплення має зв’язки з явищами змочування і капілярності 69 – 71, 69 – 74. Вони віднесені нами до сильних. Явище капілярності, меніск, поверхневий шар пов’язані з поверхневим натягом і лапласівським тиском. Поняття сфери молекулярної дії дозволило на основі методу симетрії пояснити ізотропність середовища в рідині та природу виникнення поверхневого натягу. При поясненні будови рідини нами використовувались знання про однорідне середовище. Для молекул всередині рідини властива ізотропність середовища, а для молекул поверхневого шару порушується симетрія взаємодії і виникає рівнодійна сила.

На основі загальнонаукового поняття симетрії описувалась будова агрегатних станів. Учні усвідомлювали, що відмінність агрегатних станів за різним ступенем упорядкування частинок пояснюється симетрією розміщення частинок та величиною сил взаємодії. *Агрегатні стани речовини* характеризують стан сукупності молекул. Комп’ютерна модель [138] дала змогу розглянути мікроструктуру води у газоподібному, рідкому та твердому станах (рис. 2.5).

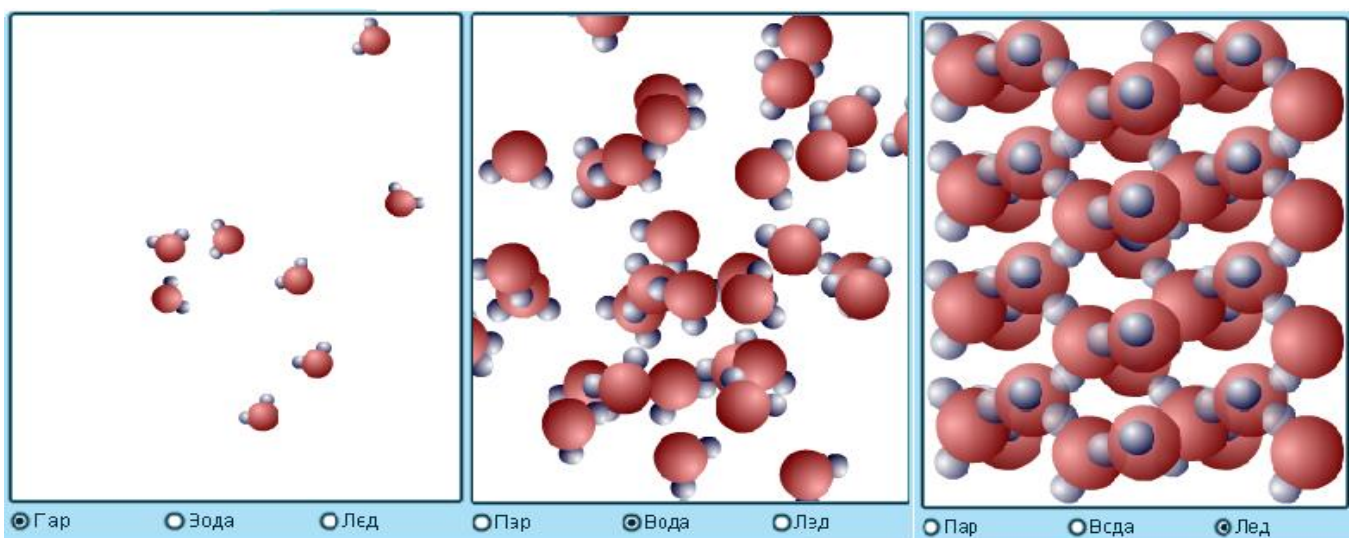


Рис. 2.5. Інтерактивна модель “Агрегатні стани речовини”

Введені поняття про далекий і близький порядок дозволили охарактеризувати

просторову симетрію розташування частинок.

Структурно-логічний аналіз вказаної вище теми показав, що відсутній зв'язок, який обґрунтував би положення про перехід аморфних тіл до кристалічних. Нами запропоновано пов'язати це з симетрією [270]. Близький порядок розміщення частинок характеризується локальною симетрією. Встановивши подібні риси і відмінності кристалічних та аморфних тіл на рівні всіх структурних ознак, учням пояснювалося, що тверднення аморфних тіл веде до появи нових елементів симетрії. Завдяки цьому кристалічна форма речовини більш стійка, ніж аморфна. Утворення кристалів відбувається самовільно, тому можна припустити, що частинки розташовуються так, щоб їх взаємна потенціальна енергія була мінімальна. В іншому випадку система володіла б надлишковою енергією і була б нестійкою. Це припущення підтверджується фактами: більшість твердих тіл має кристалічну будову; аморфні тіла самовільно переходять у кристалічний стан. Молекули різних речовин мають різну форму, тому мінімум потенціальної енергії досягається у різних речовин відносним розташуванням молекул у кристалі. Одержуються різні види кристалів.

Формування поняття **енергії** відіграє вирішальне значення для створення у свідомості учнів наукової картини світу як основи вироблення наукового світогляду. Поняття енергії у розділі “Молекулярна фізика” розкривається на основі елементів знань: середня кінетична енергія, температура (див. рис. 1.1), поверхнева енергія (див. дод. А. 7), внутрішня енергія, кількість теплоти, перший закон термодинаміки, другий закон термодинаміки, робота (див. дод. А. 15) і зв'язків між ними 57 – 28, 57 – 58 (див. рис. 1.1), 19 – 13, 68 – 45 (див. дод. А. 7), 27 – 43, 19 – 42, 42 – 103, 103 – 56, 56 – 54, 56 – 51, 56 – 48, 52 – 51, 52 – 53, 55 – 54, 49 – 48, 49 – 50, 59 – 58, 102 – 80, 25 – 82, 57 – 56 (див. дод. А. 15).

Структурно-логічний аналіз довів, що молекулярно-кінетичне трактування температури дозволяє звернути увагу на зв'язок молекулярної будови речовини з тепловими явищами. Температура – статистична величина, яка є мірою середньої кінетичної енергії руху молекул речовини у будь-якому стані. Фізичну суть теплової рівноваги і енергії як міри середньої кінетичної енергії молекул необхідно пояснити на основі закону збереження енергії. Зі збільшенням середньої кінетичної енергії

молекул тіла зростає його температура, сильний зв'язок 57 – 28 (рис. 1.1). Поняття температури пов'язане з елементами знань тепловий контакт, теплообмін, теплова рівновага, термодинамічна шкала, абсолютна температура, шкала Цельсія.

Структурно-логічний аналіз знань учнів (див. дод. Б) дав змогу з'ясувати, що у старшокласників виникають труднощі при усвідомленні знань про температуру як енергетичної характеристики стану речовини, міри середньої кінетичної енергії молекул газу. У СЛС навчального матеріалу не виявлені такі зв'язки між елементами знань: 1) молекули різних газів однакової атомності у суміші за однакової температури мають однакову середню кінетичну енергію поступального руху, тобто кінетична енергія розподіляється між молекулами в суміші рівномірно; 2) середня кінетична енергія молекул при даній температурі не залежить від агрегатного стану речовини. Для встановлення цих зв'язків нами використовувалися проблемно-пошукові запитання. Наприклад: Яке співвідношення між швидкостями молекул H_2O у складі води, снігу й пари весняного дня при температурі $0\text{ }^{\circ}C$?

Педагогічний експеримент показав, що поняття внутрішньої енергії засвоюється недостатньо 50,24 % і потребує більш детального розгляду. У методичних рекомендаціях [272] нами запропоновано так пояснювати поняття внутрішньої енергії: кожна молекула, що рухається відносно самого тіла (центра мас), володіє кінетичною енергією. Взаємодія молекул між собою силами притягання і відштовхування означає, що всі молекули володіють енергією, яка залежить від їх взаємного розміщення – потенціальною енергією. Сумарну кінетичну енергію теплового руху молекул і потенціальну енергію їх взаємодії називають внутрішньою енергією.

В означенні на основі термодинамічного підходу внутрішня енергія визначена через температуру. У СЛС теми “Основи термодинаміки” зв'язок 35 – 42 виражає цю залежність (див. дод. А.15). У СЛС теми “Основи ідеального газу” (див. рис. 1.1), температура залежить від швидкості руху молекул, зв'язок 35 – 28.

Після цього учні доводили еквівалентність цих означень шляхом аналізу, порівняння і синтезу. Вказані операції мислення легко реалізувати на основі СЛС (рис. 2.6).

СЛС теми “Тверді тіла” (див. дод. А.11) не містить елементів знань про величину енергії зв'язку у твердих тілах. Класифікація кристалічних тіл за величиною енергії

зв'язку дала змогу зробити висновок про механічні властивості кристалічних тіл. Опрацьовуючи цей матеріал, учні встановлювали: енергія іонного зв'язку досить велика, тому структури, обумовлені цим зв'язком, мають високі температури плавлення. Енергія атомного зв'язку значно більша, ніж іонного, тому тіла з атомним зв'язком мають високу твердість і зберігають твердий стан навіть при дуже високих температурах. Енергія металічного зв'язку досить велика і залежить від металу. Енергія зв'язку в молекулярних кристалах невелика, що є причиною легкої деформації й низької температури плавлення кристалу.

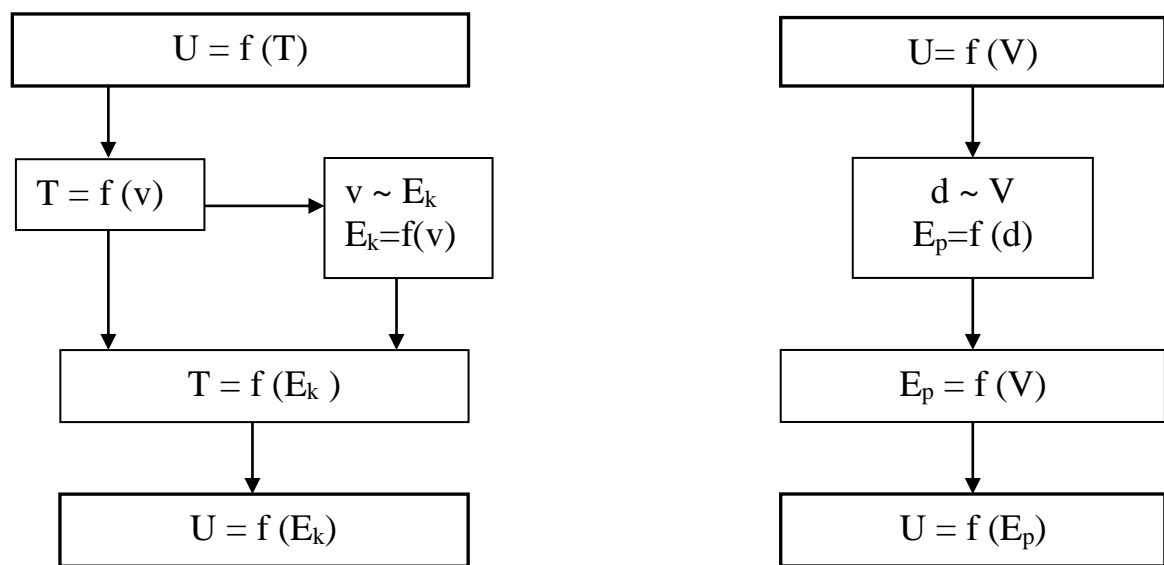


Рис. 2.6. СЛС для формування поняття внутрішньої енергії

На основі аналізу СЛС розділу (див. дод. А) нами виявлено, що поняття деформації не містить зв'язку з поняттям енергії та температури. Розглядаючи зміну внутрішньої енергії тіла при пружній і пластичній деформаціях, нами пояснювалася різниця між ними. Якщо у випадку пружної деформації збільшення внутрішньої енергії виявляється виключно у збільшенні потенціальної енергії молекул, то при пластичних деформаціях внутрішня енергія зростає за рахунок кінетичної енергії молекул.

Зв'язок між потенціальною енергією системи та її рівновагою міститься у СЛС теми “Властивості газів і рідини” (див. дод. А.7) 62 – 64 – 49 , 31 – 32 – 34: у стані стійкої рівноваги потенціальна енергія мінімальна. Скорочення поверхні рідини, при якому зменшується поверхнева енергія, – це самовільний процес, що веде до стану

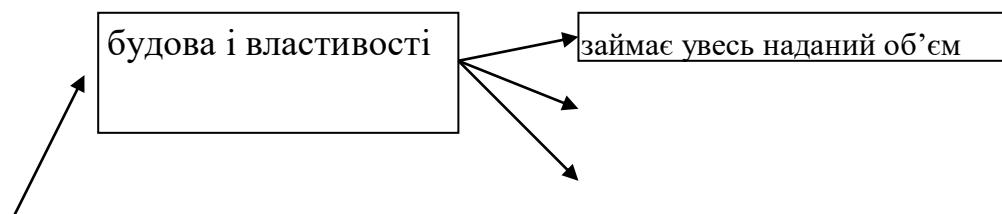
стійкої рівноваги. Енергетична характеристика поверхневого натягу дала змогу в повній мірі здійснити внутріпредметні зв'язки.

Поняття роботи у молекулярній фізиці зустрічається при вивченні поверхневого натягу 36 (див. дод. А.7), термодинамічних процесів 75, 63, ККД теплових машин 44, 88 (див. дод. А.15). При формуванні поняття роботи газу зверталася увага на такі його аспекти: 1) робота в термодинаміці як макроскопічний спосіб передачі енергії в термодинамічній системі; 2) робота в термодинаміці як міра перетворення енергії з однієї форми в іншу, числове значення якої можна знайти аналітичним, графічним або експериментальним способом; 3) робота газу і робота зовнішніх сил однакові за числовим значенням, але протилежні за знаком; 4) робота залежить від величин, що характеризують стан системи та спосіб переходу системи з одного стану в інший.

При такому підході робота характеризувалася з молекулярно-кінетичної і енергетичної точки зору. Зверталася увага учнів на те, що робота здійснюється в квазістатичних процесах, в яких внутрішній тиск газу в граничному випадку завжди дорівнює зовнішньому тиску на поршень.

Курс старшої школи орієнтований на формування науково-теоретичного способу мислення. На прикладі МКТ у 10 класі учні знайомляться з новою системою знань – фізичною **теорією**. Вона збагачує їх емпіричні знання шляхом мислення, яке виходить за межі чуттєвого спостереження, і дозволяє пояснити фізичні закономірності на вищому науковому рівні. Структура МКТ відображає цикл наукового пізнання: “факти – модель – наслідок – експеримент”.

Структурно-логічний аналіз розділу “Молекулярна фізика”(див. дод. А), свідчить про відсутність зв'язку МКТ (як теорії) з елементами знань розділу, що не дозволяє в повній мірі здійснити науковий виклад навчального матеріалу. Нами на початку вивчення теми та для систематизації й узагальнення знань про МКТ використовувалась СЛС (рис. 2.7). Учні об'єднувались у групи, кожна з яких, на прикладі МКТ, доповнювала схему побудови наукової теорії: 1 група – вихідні факти, 2 група – абстрактні моделі, 3 група – теоретичні наслідки, 4 група – експеримент. При виконанні завдань старшокласники висували гіпотези, встановлювали



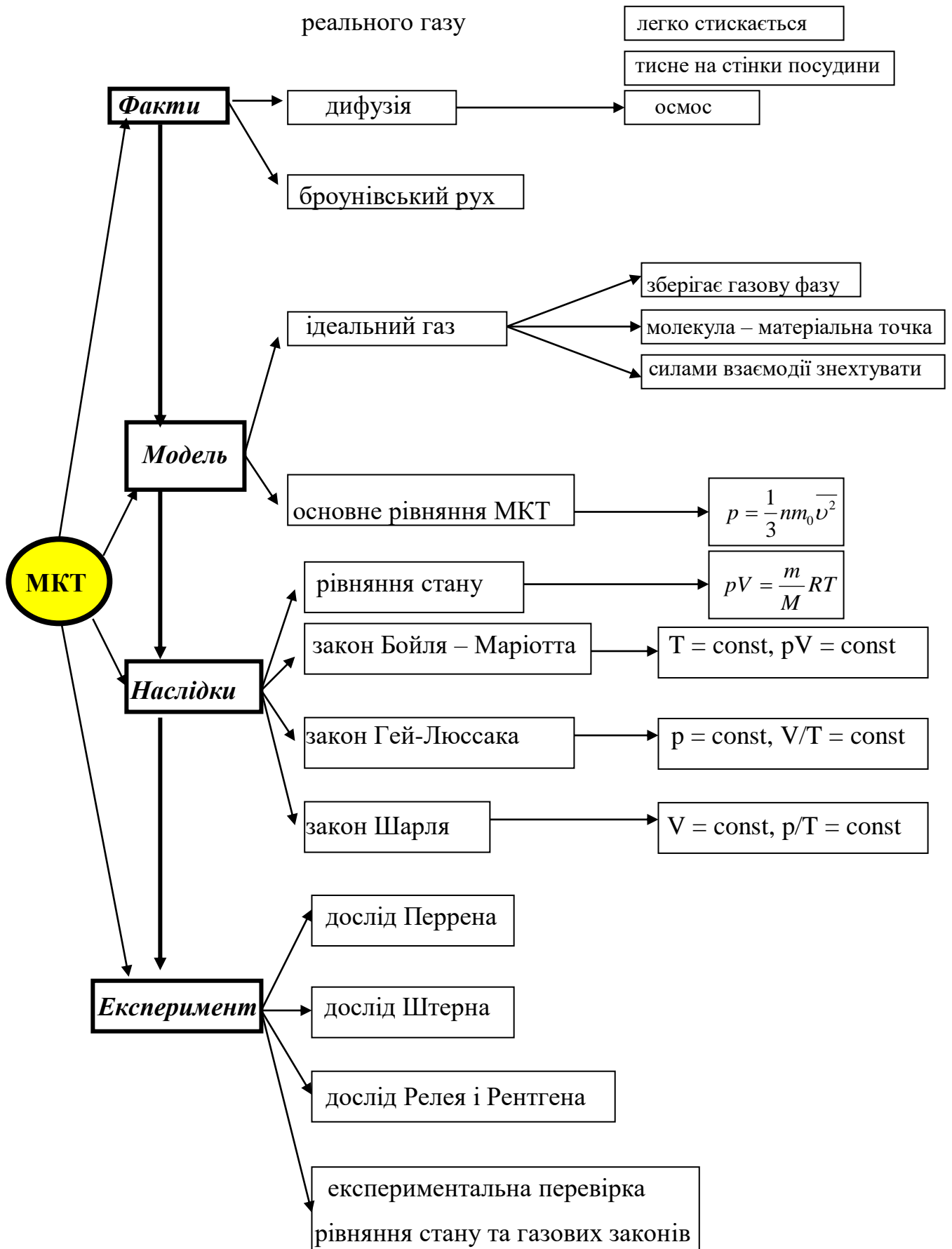


Рис. 2.7. СЛС узагальнення і систематизації знань про МКТ як наукову теорію причинно-наслідкові зв'язки, узагальнювали і систематизували знання, робили

висновки. Вказані наскрізні поняття та їх зв'язки є базовими при вивченні молекулярної фізики та термодинаміки, тому включені до Державного стандарту [79] та навчальної програми [300] з фізики як мінімум знань учнів.

Одне з основних завдань вивчення розділу “Молекулярна фізика” – пояснення сутності термодинамічного і статистичного методів, їх загальність для курсу фізики та інших предметів (див. розд. 2.1). Встановлено, що газові закони розглядаються лише з термодинамічної точки зору. Нами пропонувалося здійснювати аналіз елементів знань вказаної теми з молекулярно-кінетичної точки зору (рис. 2.8).

Закон Бойля – Маріотта за МКТ пояснювався так: зі збільшенням об'єму газу при сталій температурі зменшується кількість молекул в одиниці об'єму (концентрація), відповідно зменшується кількість їх ударів об стінку посудини, тобто зменшується тиск. Середня кінетична енергія і кількість молекул не змінюється.

Пояснюючи закон Шарля на основі МКТ, звертали увагу на те, що при підвищенні температури газу збільшується швидкість руху його молекул, а тому і їх середня кінетична енергія. При цьому з одного боку збільшується імпульс, який молекула передає стінці під час удару, а з іншого – збільшується кількість ударів молекул.

Закон Гей-Люссака з статистичної точки зору висвітлювався так: при нагріванні даної маси газу молекули рухаються швидше, збільшується їх середня кінетична енергія, але тиск залишається сталим. Щоб з підвищенням температури газ створював однаковий тиск, необхідно, щоб кількість молекул в одиниці об'єму зменшилась. Це можливо, лише тоді, коли після нагрівання газ займатиме більший об'єм, ніж до нагрівання.

Пояснення другого закону термодинаміки із застосуванням елементів знань статистичного методу дозволив поєднати наукові методи пізнання. Важливо, щоб учні зрозуміли, що принципи термодинаміки не співставляються МКТ, а на основі неї пояснюються.

Процес плавлення з молекулярно-кінетичної точки зору нами розкривався на основі навчального матеріалу про структуру кристалічної ґратки, порушення симетрії в будові речовини, з термодинамічної – на основі кількості теплоти,

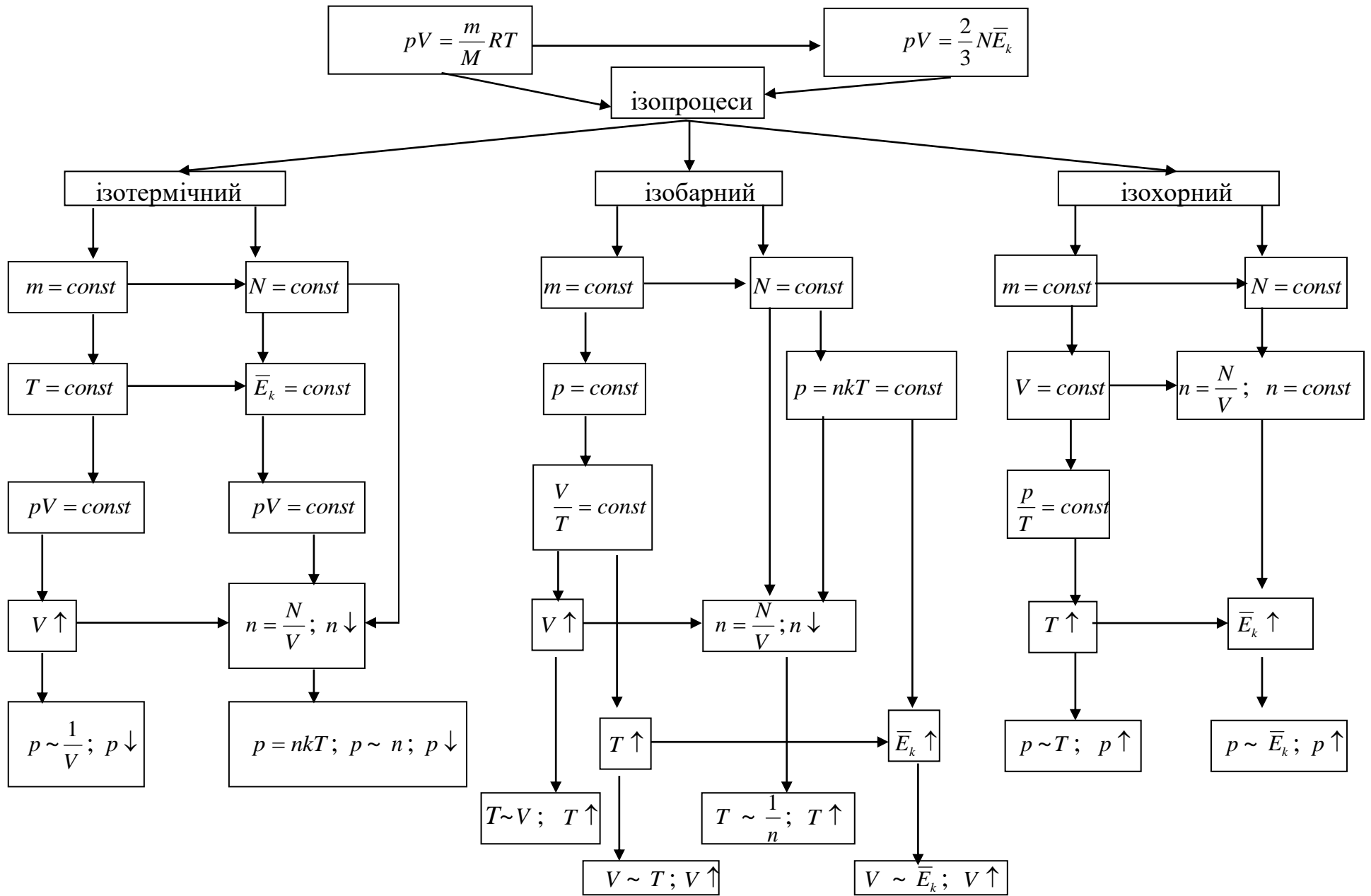


Рис. 2.8. СЛС вивчення газових законів на основі молекулярно-кінетичного та термодинамічного підходів

питомої теплоти плавлення і внутрішньої енергії

Будова рідини і твердих тіл нами розглядалася не тільки на основі молекулярно-кінетичного підходу. Агрегатні стани речовини порівнювалися на основі питомої теплоємності, питомої теплоти плавлення і пароутворення, що сприяло розгляду навчального матеріалу на новому науковому рівні.

Адіабатний процес пояснювався не тільки з точки зору першого закону термодинаміки. При стисканні газу в циліндрі молекули відлітають від поршня і збільшують швидкість, а при його розширенні – зменшують. Внутрішня енергія ідеального газу визначається кінетичною енергією молекул, яка залежить від швидкості. Тому газ при стисканні нагрівається, а при розширенні – охолоджується. Розкриття мікромеханізму перебігу адіабатного процесу сприяло поліпшенню логічної структури викладу матеріалу.

Порушення симетрії дії сил є причиною виникнення сил взаємодії при деформації тіла. Деформація у старшій школі пов'язана з поняттям механічної напруги. Педагогічний експеримент показав, що механічна напруга засвоюється учнями на рівні формули, модуль Юнга вводиться формально без формулювання його фізичного змісту. Встановлено, що при поясненні пластичної і пружної деформації на основі молекулярно-кінетичного підходу коефіцієнт засвоєння зростає на 48 % (від 12% до 60 %). Розтяг і стиск пов'язані зі зміною внутрішньої енергії, яка збільшується за рахунок роботи зовнішніх тіл. Після усунення деформуючої сили частинки повертаються до положення рівноваги, яке відповідає мінімуму внутрішньої енергії. У випадку пластичної деформації вони досягають стану, при якому взаємне розміщення частинок стає таким, як було у початковій гратці. При цьому не виникає сил, які б намагалися повернути частинки у попереднє положення.

Сумісне використання молекулярно-кінетичного та термодинамічного підходів при вивченні навчального матеріалу про властивості речовини та теплові явища дозволило закріпити теоретичні знання шляхом переходу від абстрактного теоретичного мислення до конкретного, а від нього до теоретичного мислення на новому рівні.

На підставі вище сказаного нами зроблені висновки:

1. Розділ “Молекулярна фізика” у шкільному курсі фізики потребує удосконалення в таких напрямках: 1) інтеграція знань природничо-наукового циклу навчальних предметів загальноосвітньої школи; 2) ознайомлення учнів з термодинамічним та статистичним методами вивчення фізичних явищ як загальних наукових методів пізнання; 3) пояснення властивостей, структури речовини та становлення наукової системи знань у вигляді теорії (на прикладі МКТ); 4) застосування фундаментальних ідей симетрії, збереження, причинності, спрямованості при вивченні елементів знань розділу; 5) практичне використання новітніх знань з молекулярної фізики.

2. Наскрізні поняття молекулярної фізики мають внутрішні зв'язки, які за класифікацією віднесені до сильних. Це вказує про необхідність їх вивчення на всіх рівнях профільної та рівневої диференціації.

3. Структурно-логічний аналіз та матричне опрацювання СЛС дозволили внести такі корективи у зміст розділу “Молекулярна фізика”: 1) елементи знань температура, внутрішня енергія, деформація, механічні властивості твердих тіл, газові закони, агрегатні перетворення речовини, випаровування, кипіння – розглянути на основі молекулярно-кінетичного та термодинамічного підходу; 2) елементи знань – ідеальний газ, сили взаємодії, перехід аморфних тіл до кристалічної будови, деформація, будова кристалічних тіл, ізотропія, оборотні процеси – пояснити на основі симетрії; 3) додати внутріпредметні та міжпредметні зв'язки понять: матерія, речовина, взаємодія, температура, молекула, атом, закон збереження енергії та маси, газові закони, деформація.

2.3. Дидактичні аспекти розроблення методики навчання молекулярної фізики на основі особистісно орієнтованої технології

Методика навчання фізики має такі структурні складові: мета, зміст та методи навчання [23]. В останніх психолого-педагогічних працях до них додаються умови створення освітнього середовища [269].

На основі системного підходу та технології структурно-логічного аналізу досліджено зміст розділу “Молекулярна фізика” та внесено корективи до нього згідно одержаних результатів.

Мета та методи навчання нами обиралися відповідно до умов особистісно орієнтованої технології, які задовольняють сучасні вимоги здійснення навчально-виховного процесу (розд. 1.4).

Особистісно орієнтоване навчання ґрунтується на загальних дидактичних та специфічних принципах:

- принцип варіативності – означає визнання змісту, методів і форм навчального процесу з урахуванням пізнавальних інтересів та розвитку учнів,
- принцип максимального наближення навчального матеріалу до реалій життя – сприяє розумінню учнями важливості знань, необхідності їх постійного оновлення;
- принцип спіралеподібної побудови навчального матеріалу – дозволяє повертатися до раніше вивченого і розглядати його з різних боків на більш складному рівні, щоб закріпити і поглибити знання;
- принцип визнання індивідуальності учня та його самобутності – передбачає засвоєння знань учнями в тому темпі, який визначається їхніми пізнавальними здібностями, оволодіння всіма учнями знаннями на рівні Державного стандарту [77], надання можливості здібним та обдарованим дітям максимально розвинути свої позитивні нахили і розкрити творчий інтелектуальний потенціал;
- принцип постійного самооцінювання учнями власної навчальної діяльності – дозволяє спостерігати зміни у власному засвоєнні навчального матеріалу та вносити корективи.

Дидактичні принципи складають систему правил визначення структури та

відбору змісту навчального матеріалу: науковість, системність, наступність, історизм, неперервність у навчанні, фундаментальність, завершеність фізичної освіти та її варіативність у загальноосвітніх навчальних закладах.

З'ясовано, що основою технології особистісно орієнтованого навчання є принцип суб'єктивності освіти, який реалізується за таких дидактичних вимог до змісту навчального процесу:

- навчальний матеріал має забезпечувати виявлення змісту суб'єктного досвіду учня, постійне його перетворення та узгодження з науковим змістом нових знань;
- виклад знань спрямовувати на розширення їх обсягу, структурування, інтегрування, узагальнення, систематизацію предметного змісту;
- організувати роботу з новою інформацією з врахуванням особистісного когнітивного стилю її сприйняття;
- стимулювати учнів до самостійного вибору і використання найбільш значущих для них способів опрацювання навчального матеріалу;
- створювати умови вибору при виконанні завдань;
- виділяти загальнологічні і специфічні прийоми навчальної роботи з урахуванням їх функцій в особистісному розвитку;
- забезпечувати контроль, оцінку, рефлексію не тільки результату, а й процесу учіння при засвоєнні навчального матеріалу [266].

Згідно вищеназваних положень особистісно орієнтованого навчання нами реалізовувалися уроки фізики [268]. Значна увага приділялася мотивації учіння та суб'єкт-суб'єктному стилю взаємодії. Учитель і учні спільно визначали мету та завдання уроку [272]. На заняттях застосовувалися різні форми організації та методи навчання з метою активізації пізнавальної діяльності учнів та створення атмосфери зацікавленості кожного учня у роботі класу [276]. Старшокласники стимулювалися до висловлювань, заохочувались до аналізу відповідей і знаходження власного способу вирішення проблем. У ході уроку використовувалися дидактичні матеріали, які варіювали вид і форму подачі навчального матеріалу з метою розвитку індивідуальних здібностей учнів. Для виявлення ініціативи та самостійності учнів на різних етапах навчально-виховного процесу створювалися педагогічні ситуації

діалогу, співробітництва. Вони самостійно обирали обсяг та рівень складності домашніх завдань.

Розроблені нами дидактичні матеріали містять систему вправ, яка має широкий спектр завдань згідно рівня навчальних досягнень та інтересів учнів. Завдання пропедевтичного характеру використовувалися для попередження типових помилок. Вправи на уточнення, опрацювання ознак нового поняття тощо сприяли розвитку пам'яті та абстрактно-логічного мислення. Творчі завдання призначалися для учнів, які мають швидкий темп засвоєння матеріалу та високий рівень інтелектуальних здібностей. Наочність у вигляді фізичного експерименту та засобами нових інформаційних технологій створювали умови задіяння когнітивних та афективних сфер особистості.

Для реалізації вказаних дидактичних умов особистісно орієнтованого навчання нами складалися діагностичні карти особистісного розвитку всіх учнів класу і планувалися індивідуально призначені заходи та завдання, обиралися відповідні прийоми навчання [274].

Вказані аспекти особистісно орієнтованого навчання склали дидактичні основи методики вивчення молекулярної фізики за особистісно орієнтованою технологією:

1. Розробка методики здійснювалася згідно науковим психолого-педагогічним положенням її побудови, у поєднанні мети, змісту та методів навчання.

2. Відповідно до вимог особистісно орієнтованого навчання добиралися та логічно упорядковувалися зміст і структура навчального матеріалу з молекулярної фізики.

3. Для адаптації навчально-виховного процесу до особистісних особливостей учнів, їх типологічних та індивідуальних характеристик створювалися відповідні умови, які сприяли самореалізації і самовизначенню школярів, розвитку їх інтелектуальних здібностей, формуванню учня шляхом перетворення навчальної діяльності в систему внутрішніх властивостей і якостей особистості.

4. Методика навчання забезпечувала умови для реалізації дидактичного циклу, структурними частинами якого виступають: 1) вступно-мотиваційний етап; 2) інформаційний етап; 3) виконавчий етап; 4) контроль-коригуючий етап.

5. Методика варіативна і гарантувала учням можливість вибору етапів своїх дій з урахуванням об'єктивної складності завдань та індивідуальних можливостей засвоєння знань з молекулярної фізики.

2.4. Основні методи та прийоми методики навчання молекулярної за особистісно орієнтованою технологією

Загальною тенденцією розвитку сучасних загальноосвітніх навчальних закладів є їх орієнтація на особистість учня, його інтереси, погляди, здібності та ін. У зв'язку з цим нового значення набувають диференціація навчання, варіативність змісту, багатопрофільність та інтеграція середньої освіти.

Розроблена нами методика навчання розділу “Молекулярна фізика” [250, 267, 268, 271, 272, 273, 275, 276, 277] базується на одержаних результатах структурно-логічного аналізу навчального матеріалу та знань учнів і містить такі напрямки удосконалення змісту: 1) системне пояснення об'єктів (встановлення структури елементу знань, його внутрішніх і зовнішніх зв'язків); 2) цілісність дидактичних відрізків навчального матеріалу; 3) переформулювання, ущільнення або розширення інформації на основі сутнісних зв'язків; 4) встановлення відношень між елементами знань на основі специфічних (фізичних, хімічних, біологічних законів) і загальних закономірностей природи.

Уроки особистісно орієнтованого навчання за своїм змістом і структурою вимагають творчого підходу до діяльності як учителя, так і учнів. Запропонована нами методика особистісно орієнтованого навчання базується на системно-діяльнісному підході (див. розд. 1.4).

Наприклад, на початку уроку за темою: “Кипіння рідини” (філологічний, суспільно-гуманітарний, художньо-естетичний, універсальний профіль) після виділення спільно з вчителем його завдань здійснювалася актуалізація знань учнів на основі постановки проблемних запитань з теми та демонстраційних експериментів “Явище кипіння”, “Залежність температури кипіння рідини від тиску” [168, с. 67]. Учні самостійно записували результати спостереження за процесом кипіння у зошити: 1) перед нагріванням рідина прозора, без домішок і бульбашок чи інше; 2) при нагріванні рідини всередині утворюються бульбашки; 3) деякі бульбашки піднімаються вгору, деякі залишаються біля стінок і дна посудини; 4) з наближенням до поверхні у бульбашок, що піднімаються, збільшується об'єм; 5) на поверхні рідини бульбашки лопаються, а всередині – ні;

б) над колбою утворився туман; 7) при закипанні рідини виникає характерний шум; 8) під час зменшення тиску на рідину температура її кипіння знижується, а під час збільшення тиску – підвищується. Таким чином відбувалося спрямування пізнавальної активності учнів на виконання завдань уроку.

Щоб розвивати здатність аналізувати фізичні події, міркувати, робити адекватні висновки та актуалізувати досвід учнів, через зміст навчальної інформації здійснювати управління розумовою діяльністю школярів, пропонувалися проблемні запитання. Під час бесіди здійснювалося стимулювання учнів до висловлювань.

1. Чи відбувається пароутворення при кипінні? Як ви гадаєте, чим відрізняється кипіння від випаровування? Що свідчить про випаровування у проведеному експерименті?

2. Як утворюються бульбашки газу в рідині, всередині яких відбувається пароутворення? Звідки вони виникають? Чи мають бульбашки значення для кипіння рідини? Чому одні з них під час нагрівання рідини піднімаються на поверхню, а інші утримуються всередині рідини і під час кипіння? Чи не виникає суперечності з силою Архімеда? Чому збільшується об'єм бульбашки, яка піднімається на поверхню рідини? За яких умов бульбашки, розширюючись, можуть долати гідростатичний тиск рідини й атмосферний тиск та виходити на поверхню рідини? Чому на поверхні рідини бульбашка лопається?

3. За якої умови починається кипіння рідини?

4. Чому температура кипіння рідини не підвищується, хоча рідина продовжує одержувати енергію від джерела теплоти? Чому в рідин різна температура кипіння? Якщо температура киплячої рідини і пари однакові, то чи це означає, що середня кінетична енергія молекул рідини і пари однакові?

5. Як залежить температура кипіння від зовнішнього тиску? Чи відомі вам приклади практичного застосування вказаної залежності?

6. Порівняйте внутрішню енергію однакової маси пари і її рідини? За рахунок якої енергії молекул зростає внутрішня енергія пари?

Для розуміння, запам'ятовування і узагальнення знань учням початкового і середнього рівня засвоєння знань пропонувалося у порожніх клітинках

схеми (рис. 2.9), дописати означення, уточнення, пояснення вказаних елементів знань, обираючи найбільш значущі для себе джерела інформації (узагальнення проведеної бесіди, опрацювання матеріалу підручника, допомога вчителя). Старшокласникам достатнього та високого рівня засвоєння знань давалося завдання скласти СЛС з елементами знань теми, які були виділені на початку уроку.

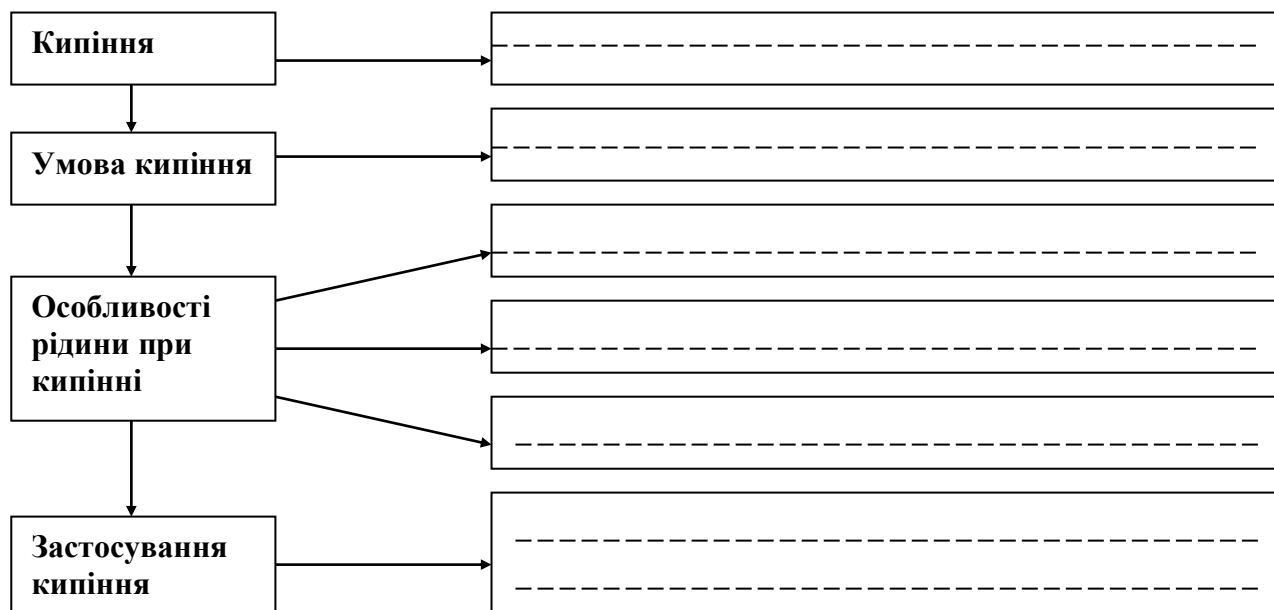


Рис. 2.9. Узагальнення знань на основі СЛС

Як один з варіантів закріплення вивченого матеріалу, учням пропонувалося відповісти на запитання та розв'язати якісні задачі:

- (п) Яке явище називається кипінням? Це явище, при якому відбувається...
1) випаровування не тільки з поверхні, а й всередину рідини; 2) перехід молекул з рідини в пару; 3) перехід молекул з пари в рідину.
- (п) Під час кипіння температура рідини...
- (с) В якому агрегатному стані буде знаходитися цинк при температурі кипіння ртуті за нормального атмосферного тиску?
- (с) У двох однакових чайниках, які знаходяться на однакових горілках, кипить вода. У одного з них кришка часто підстрибує, а в іншого залишається на своєму місці. Чому?
- (с) Чому людина обпікається паром сильніше, ніж окропом?

- (с) За якої умови починається кипіння рідини? Яку неточність містить вислів: “Спирт кипить при 78 °С”?
- (д) Чому кипіння рідини відбувається за сталої температури, а випаровування супроводжується зниженням температури?
- (д) Чому для кипіння важливе підвищення тиску насиченої пари в бульбашках, а не підвищення тиску повітря, яке є в них?
- (д) В одну посудину налита вода, яка вже кипіла, а в іншій – сира. Як визначити, в якій посудині яка знаходиться вода?
- (в) Космонавт на поверхні Місяця відкрив ампулу з водою. Що відбуватиметься з водою?
- (в) Кухоль з водою плаває в каструлі, що стоїть на вогні. Чи закипить вода в кухлі?
- (в) Запропонуйте спосіб демонстрації кипіння води при кімнатній температурі. Яке для цього потрібно обладнання?

Вказані питання розбивалися на частини і розглядалися на допомогу групової або парної роботи з наступним фронтальним обговоренням.

Під час засвоєння навчального матеріалу учень ніби “пропускає” одержану інформацію крізь свій суб’єктивний досвід і перетворює на індивідуальні знання. Наприклад, при поясненні теми “Вологість повітря” спочатку з’ясовувалося, як учні розуміють знайомі їм поняття та явища (вологість повітря, роса, туман) (дод. Л.3):

- Чи доводилося вам бачити, як пітніють вікна, окуляри? За яких умов це відбувається?
- Що ви знаєте про вологість повітря? Чим вона зумовлена?
- Як пояснити утворення туману?
- Чому випадання роси відбувається звичайно під ранок?

За принципами особистісно орієнтованого навчання нами враховувався життєвий досвід учнів, що сприяло формуванню пізнавального інтересу старшокласників (див. розд. 1.4, 2.3): використовувались задачі та запитання про факти, явища, які вони спостерігали в житті, експериментальні завдання [276].

Наприклад: 1. Чому під час дощу стає прохолодніше? 2. Чому вода може погасити вогонь? 3. Чому крапля води, коли попадає на нагріту сковорідку, починає “стрибати”? 4. Краплі гарячої чи холодної води з водопровідного крану мають

більшу масу? Здійснити експериментальну перевірку. Обладнання дібрати самостійно.

Використання новизни навчального матеріалу передбачає окреслення нових знань у процесі викладання. Новизна на уроках фізики нами представлялася у вигляді інформації на сучасних комп'ютерних аудіовізуальних технічних засобах (розд. 2.6), на основі демонстраційного фізичного експерименту (розд. 2.7), цікавої розповіді, проблемного завдання тощо. Наприклад, за допомогою фізичних експериментів викликати здивування учнів: 1) сірник і голка тримаються на поверхні води; 2) вода не виливається не тільки з перевернутої склянки, закритої аркушем паперу, а й без нього, якщо обережно зняти цей папір. Як можна пояснити ці досліди?

Подальшому розвитку пізнавального інтересу школярів сприяли проблемні питання: 1. Чому воду можна налити в посудину понад вінця? 2. Чому рідина намагається скоротити свою поверхню? 3. Як залежить числове значення коефіцієнта поверхневого натягу від температури? 4. Який напрям мають сили поверхневого натягу? Перевірити на дослідах з мильними плівками на дротяних каркасах. 5. Навести приклади зміни поверхневого натягу рідини домішками. Перевірити на досліді (використати цукор, сіль, коркову тирсу). Учням середнього та початкового рівня засвоєння знань надавалися підказки чи інструкції, школярі достатнього та високого рівня самостійно добирали обладнання і виконували дослід.

Проблемне навчання сприяло формуванню творчої активності та ініціативи в учнів. Завдання викликали в них здивування, зацікавленість, а їх розв'язання – інтелектуальне задоволення. На нашу думку, для успіху проблемного навчання школярі повинні мати певний мінімум знань, який дозволяє “відкрити” нові знання та бажання здійснити потрібну пізнавальну діяльність. Як показав педагогічний експеримент, у класах виникають ситуації, коли більшість учнів не мають такого комплексу необхідних умов і тому в пошуковій діяльності участі не беруть. Працюють найбільш розвинені учні, тому нами використовувались диференційовані проблемні завдання, в яких враховувався досягнутий школярем рівень засвоєння знань. Такий підхід забезпечував самостійне розв'язування проблеми конкретним учнем. Наприклад, питання до теми “Тверді тіла”:

1 (п). Розгляньте кам'яну сіль. Це кристалічне чи аморфне тіло? Чи можна, дивлячись на будь-яке тверде тіло, сказати точно – кристалічне воно чи аморфне?

2 (с). Тверді тіла, що мають кристалічну будову – це всі метали, глинозем, граніти і т.д. До аморфних належать скло, смоли, каніфоль, пластмаси і т.д. Чим відрізняються ці тіла?

3 (д). Чи доводилося вам бачити плавлення твердого тіла? Які для цього необхідні умови? Чи змінюється внутрішня енергія тіла при плавленні?

4 (в). Чому для полікристалічних тіл не властива анізотропія? По відношенню до якої властивості анізотропні усі кристали без винятку?

Запитання записувалися на дошці чи окремому аркуші паперу. Учні самостійно обдумували їх, а потім відповідь обговорювалась фронтально.

Завдання, які пропонувались для актуалізації або узагальнення знань, мали системний характер [272]. Зазначений рівень їх складності дозволяв учителю орієнтуватися під час проведення бесіди або при плануванні уроку. Наприклад, потрібно перевірити засвоєння учнями поняття температури і виявити зв'язки з елементами знань: теплова рівновага, термометр, температурні шкали, середня кінетична енергія. Для цього здійснювався діалог за питаннями:

- (п) Які *термодинамічні параметри* характеризують стан газу?
- (с) Яка величина однакова для всіх газів у стані *теплової рівноваги*?
- (д) Чи знаходяться у *тепловій рівновазі* тіло людини і оточуюче її повітря?
- (в) За якої умови на дотик метал і дерево, що мають однакову *температуру*, здаються однаково теплими?
- (п) Як називається прилад за допомогою якого вимірюють *температуру*?
- (с) Що означає виміряти *температуру*?
- (д) Який *термометр* з'явився раніше Цельсія, Фаренгейта чи Реомюра?
- (в) Чи можна ртутним медичним *термометром* виміряти температуру краплі?
- (п) Як будується *шкала температур Цельсія*?
- (с) *Температура* води 320 К. Чи можна опустити в цю воду палець?
- (д) Які переваги має *абсолютна шкала температур* у порівнянні зі шкалою Цельсія?

- (п) Як залежить *середня кінетична енергія* поступального руху молекул від температури?
- (с) Чи однакова при 0 °С *середня кінетична енергія* молекул льоду і води?
- (д) Як пов'язати тиск газу з його *температурою* та концентрацією молекул?

Після цього запропонувати узагальнити знання і скласти СЛС з виділених у змісті питання понять.

Для створення емоційно-піднесеної атмосфери при засвоєнні навчального матеріалу нами здійснювалися різні пізнавальні ігри (навчальні, ділові, рольові, ситуативні). Метод ситуативного моделювання виділений окремо (див. розд. 2.5). В умовах профільності старшої школи він має на меті ознайомити учнів з особливостями обраної професії, дає змогу проявити творчі здібності, сприяє самоствердженню (ситуації застосування професійних здібностей лікаря – вимірювання тиску, температури, фізичне тлумачення ознак появи та протікання хвороби тощо; складання енергетичного балансу меню на основі знань з фізики, біології та хімії; ознайомлення з будовою холодильника на практиці; пояснення процесів, явищ та дій людей у сільському господарстві з точки зору молекулярної фізики та ін.) [267, 273].

При **підведенні підсумків уроків** нами аналізувалася і оцінювалася успішність досягнення мети окремими учнями та колективом класу, намічались перспективи подальшого навчання, пропонувався самостійний вибір учнем обсягу та рівня складності домашнього завдання [272].

Метод самоорганізації навчання має на увазі вільний вибір учнем видів своєї діяльності. Засвоєння інформації вимагає особистісної захопленості нею, тому нами задіювалися та активізувалися індивідуальні здібності дитини. Домашні завдання були варіативні для індивідуального вибору. Школярам, які гарно малюють, пропонувалося виконати конспект до теми у малюнках, або склати альбом фотографій, комп'ютерну презентацію тощо. Тим, які мають успіхи в філологічних науках, – написати статтю, наукове повідомлення, скласти питання до теми. Учні, які цікавляться суміжними предметами, приготувати розповідь про використання фізичних знань у цих галузях.

Наприклад, до теми “Основні положення МКТ” як основне завдання пропону-

валось: прочитати "Вступ", §1, 2, 3); вивчити основні положення МКТ та їх підтвердження; підготувати усні відповіді на запитання до вказаних параграфів.

Повторити елементи знань: атом, молекула, відносна молекулярна маса, кількість речовини, стала Авогадро, молярна маса та ін. [272].

Завдання для індивідуального вибору: 1) узагальнити і систематизувати елементи знань теми "Основні положення МКТ будови речовини" у вигляді структурно-логічної схеми, таблиці; 2) розподілити за бажанням учнів учених, які внесли певний вклад у розвиток молекулярної фізики, і випустити (до уроку узагальнення і систематизації знань) фізичні газети, скласти короткі цікаві усні повідомлення, написати "кіносценарій для історичного фільму", розробити презентаційні проекти (програма Microsoft PowerPoint) або виготовити альбом, виписати висловлення відомих учених; 3) підготувати реферати про практичне застосування молекулярних явищ; 4) зобразити у вигляді малюнків дослідні підтвердження МКТ чи питання до теми; 5) написати статтю про новітні досягнення молекулярної фізики тощо.

Розгляд змісту молекулярної фізики на основі "відрізків" навчального матеріалу сприяв адаптації учнів до складних систем знань та здійсненню самоаналізу своїх навчальних помилок, самокорекції своєї поведінки під час сприйняття нових знань.

На основі теоретичних положень особистісно орієнтованого навчання (див. розд. 1.4) нами за типами уроків розроблені такі моделі (дод. К):

1. Уроки засвоєння нових знань

Урок-лекція класичного типу із застосуванням СЛС (дод. Л.1). На початку уроку виділялися основні елементи знань, які вивчатимуться або на повторення. Лекційний виклад був зразковим для учнів як у змістовому плані, так і в мовленнєвому. Вчителі не тільки викладали учням нову інформацію, а й забезпечували усвідомлення її основного змісту на уроці. Для цього навчальний матеріал подавався у різних формах з метою задіяння головних сенсорних каналів: візуального, аудіального, кінестетичного. Для кращого осмислення одержані знання фіксувалися у вигляді СЛС або обговорювалися за узагальненою СЛС. Згідно психолого-педагогічних закономірностей навчальний матеріал поділявся на частини, між якими вчителі здійснювали у формі діалогу зворотній зв'язок [272]. Важливим аспектом

таких занять було застосування демонстраційного експерименту та комп'ютерних навчально – інформуючих програм: електронних підручників, бібліотеки електронних наочностей, віртуальних фізичних моделей тощо (див. розд. 2.7).

Уроки діалогового спілкування допомагали активізувати пізнавальну діяльність учнів (дод. Л.2, Л.3). За допомогою різних прийомів стимулювалась розумова активність школярів: 1) використовувалися проблемні питання або створювалися проблемні ситуації для виявлення життєвого досвіду учня та його узгодження з науковим змістом знань; 2) виділялися привабливі сторони навчального матеріалу: а) важливість окремих частин; б) трудність, складність (простота, доступність); в) новизна; г) історичні факти та шлях пізнання, д) сучасні досягнення науки; д) яскраві повідомлення, суперечності, парадокси, досліді, приклади; 3) обґрунтовувалися теми на основі прикладів використання теоретичних знань у галузях майбутньої професійної діяльності [273].

У залежності від функціонального взаємозв'язку реплік у діалозі нами виділені такі основні їх види: 1) діалог-розпитування; 2) діалог-обмін враженнями (думками); 3) діалог-обговорення (дискусія). Наприклад, при поясненні теми “Тиск ідеального газу. Основне рівняння МКТ” пропонувався демонстраційний експеримент з подальшим обговоренням його результатів або використанням методів проблемного навчання: 1. Як можна пояснити тиск газу на основі відомих вам молекулярно-кінетичних уявлень про газ? 2. Подумайте, від яких параметрів молекул можлива залежність тиску газу на стінки посудини і який вид цієї залежності? 3. Як її перевірити експериментально? При цьому знання формувалися в міру їх об'єктивної складності та новизни, а не рівня розвитку учня.

Уроки-семінари мали мету навчити учнів самостійно працювати з літературою та обирати варіанти змісту навчального матеріалу, способи його опрацювання та темп діяльності. Заняття мали інтерактивний режим роботи (дод. Л.3).

На *уроках-презентаціях теми* учнів знайомили з найбільш важливими аспектами навчального матеріалу, показували необхідність та корисність його вивчення (дод. Л.4).

Уроки-дослідження базувалися на проведенні фізичних експериментів,

дослідженні наукової проблеми. При цьому виділялися такі структурні елементи дослідницької діяльності: накопичення фактів, висунення гіпотези, постановка дослідження, створення теорії (дод. Л.5). Під час таких занять відбувалося формування етапів мислення: постановка задачі, створення оптимальної мотивації, регулювання спрямованості асоціацій, використання переваг понятійного мислення, зниження надлишкової критичності при оцінці результату.

2. Уроки формування умінь і навичок

На *уроках співробітництва* учні одержували можливість вибирати вид і характер своєї діяльності: посада у рольовій грі; доручення у робочій групі тощо. Завдання виконувалися старшокласниками з нарощуванням складності. Значна увага приділялася груповим формам роботи: консультаціям та взаємодопомозі (дод. Л.6, Л.7, Л.8).

На *уроках самоаналізу і планування власного успіху* передбачалося здійснення рефлексії та оголошення списку питань, що виносяться на тематичну атестацію, зразки виконання вправ, завдань контрольної роботи. Учень одержував можливість самостійно визначати зміст своєї діяльності, задачі для розв'язування та ін.

Урок-конференція мав форму проведення, що імітує збори (дод. Л.7). Основною їх метою було виробити в учнів вміння виступати перед аудиторією, самостійно готувати і проводити експеримент, виробляти власний стиль мислення, вміння уважно слухати своїх товаришів, критично аналізувати їхні відповіді й т.д.

3. Уроки застосування знань, умінь і навичок (уроки розв'язування вправ, лабораторні практикуми, уроки-семінари та ін.) (дод. Л.8). На заняттях використовувалися рівневі завдання (з інструкціями-натяками, інструкціями-запитаннями, творчі задачі).

4. Уроки узагальнення і систематизації знань.

Урок розвитку ініціативи та творчості учнів. Заняття будувалися на власній ініціативі учнів (урок – творчий звіт, урок презентацій учнівських робіт, проєктів та ін.). Вони самостійно здійснювали підбір запитань для навчальних ігор; створювали саморобні експозиції; виконували поточне взаємоопитування (за своїми запитаннями, за запитаннями учителя, за опорними конспектами) та ін.

Уроки на основі інтерактивних методів (дод. Л.9). Заняття подібні до уроку співробітництва, проте акцентувалася увага на спілкуванні: розвиток уміння слухати, вести діалог, диспут (урок-конференція, урок-диспут, інтерв'ю, спогади і т.д.).

5. Уроки контролю та корекції знань і умінь. Передбачалася така побудова навчально-пізнавального процесу, при якому учень мав можливість самостійно вибирати рівень завдань та форми роботи.

6. Комбіновані уроки (дод. Л.10).

Формування системи знань з основ природничих наук у Державному стандарті базової та повної середньої освіти [79] виділяється як необхідна умова для адекватного світосприймання та уявлення про сучасну природничо-наукову картину світу. Для реалізації системного підходу в умовах особистісно орієнтованого навчання нами використовувався прийом складання СЛС (матеріалізована дія):

1. *Добір навчального матеріалу.* Зображення відрізків навчального матеріалу у вигляді СЛС дозволяли вчителю ретельно опрацювати їх зміст, виділити у них матеріал для загального та індивідуального вивчення, у тому числі з метою поглиблення знань згідно профільних інтересів. Такий підхід дав змогу передбачати проблемні ситуації, визначати конкретніше кінцеву мету, відповідно до неї добирати завдання та вправи тощо (дод. М) .

2. *Пояснення нового матеріалу.* Розуміння навчального матеріалу, його цілісне сприймання залежить від логіки викладення. Відомо, що чим чіткіше і яскравіше виконано поділ навчального матеріалу на частини, чим випукліше зроблені логічні зв'язки між ними, підкреслені компоненти, що містять нові знання, тим зрозумілішим є його зміст (див. розд. 1.4). Для забезпечення якісного засвоєння змісту навчального матеріалу з молекулярної фізики нами акцентувалася увага на його “сильні” зв'язки між елементами знань та фундаментальні поняття. СЛС дозволяли учням краще сприймати навчальний матеріал, розрізняти його зв'язки, запам'ятовувати більший обсяг елементів знань, скоротити час пояснення навчального матеріалу, сконцентрувати увагу учнів, розвивати різні види пам'яті, швидко багаторазово відтворювати знання, при перевірці їх засвоєння – встановлювати розриви знань у логічній структурі схеми.

Самостійне складання СЛС при поясненні нового матеріалу відповідає діяльнісному підходу в навчанні. Наприклад, виведення основного рівняння МКТ за підручником С.У. Гончаренка [57] нами розглядалося за СЛС (рис. 2.10).

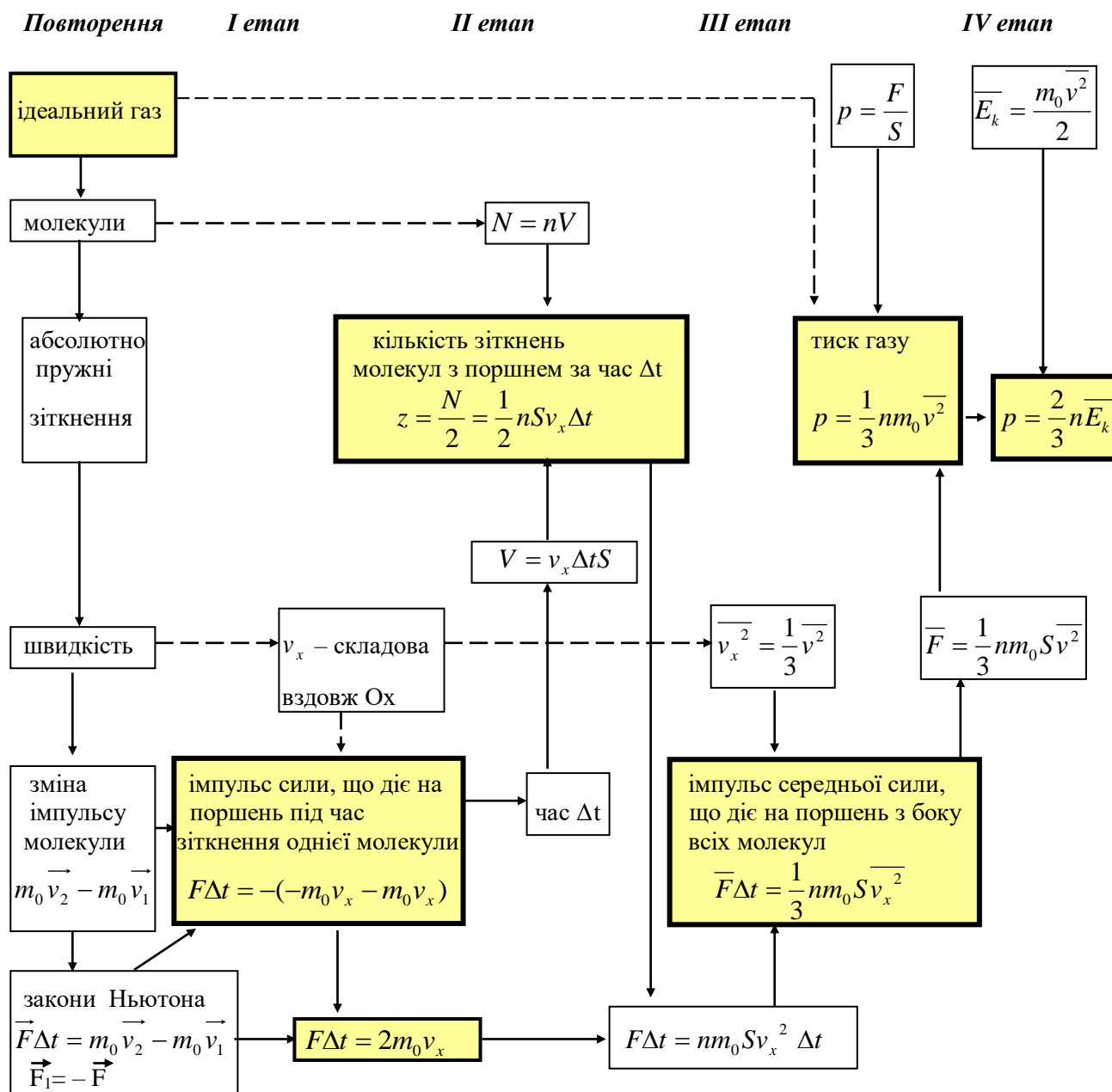


Рис. 2.10. СЛС виведення основного рівняння МКТ ідеального газу

3. Самостійне опрацювання навчального матеріалу. Проведений педагогічний експеримент показав, що учні, які при обробці інформації склали СЛС, навчальний матеріал засвоювали краще. Школярі не тільки встановлювали зв'язки

між новими знаннями і раніше засвоєними – відбувалася їх систематизація, формувалися узагальнення все більш високого рівня. Сприймання матеріалу у вигляді цілісної системи значно зменшувало навантаження на пам'ять учнів, сприяло логічному упорядкуванню знань [272]. 4. *Актуалізація та контроль знань, умінь і навичок учнів.* Розділу “Молекулярна фізика” властива ідея спіральності на рівні базового та систематичного курсів фізики (див. дод. А). Це зумовлювало нас приводити у відповідність пізнавальні можливості учнів до рівня матеріалу, що вивчається.

Текстовий редактор “Microsoft Word” дозволяв дидактичний матеріал представляти у вигляді СЛС і використовувати його на різних етапах навчально-виховного процесу [268]. Наприклад, СЛС формування величин, що характеризують молекули (див. дод. М), складалася на занятті або аналізувалася у готовому вигляді. На наступному уроці за цією схемою повторювались її структурні елементи знань та встановлювались логічні зв'язки між ними.

Виявлення опорних знань учнів на основі складання ними СЛС, де вказуються елементи знань і логічні зв'язки між ними (див. дод. М), забезпечували сприятливі умови для їх переводу у довгострокову пам'ять. Наприклад, повторення поняття температури на основі СЛС, яку необхідно було доповнити [272, с. 33], назвати фізичні величини та їх одиниці вимірювання, дати відповідь на питання за схемою, (рис. 2.11), відтворити послідовність виведення рівняння стану (рис. 2.12) та ін.

При перевірці знань, умінь та навичок відтворення блоку структурних елементів знань дало змогу оцінювати засвоєння “відрізка” навчального матеріалу, а не окремого поняття. Складання СЛС дозволяло більш глибоко аналізувати знання учнів та за результатом управляти їхньою навчальною діяльністю. В учнів поступово формувалися такі якості мислення, як послідовність, гнучкість, точність, самостійність і критичність.

5. *Розв'язування задач.* Завдання з вимогами скласти умову задачі за СЛС, елементами якої є числові значення фізичних величин та їх одиниці вимірювання (рис. 2.13), та розв'язати її, сприяли розвитку логічного мислення учнів. Навпаки, завдання проаналізувати та скласти СЛС умови задачі (рис. 2.14) або її

розв'язування, давало можливість учням закріпити одержані знання.

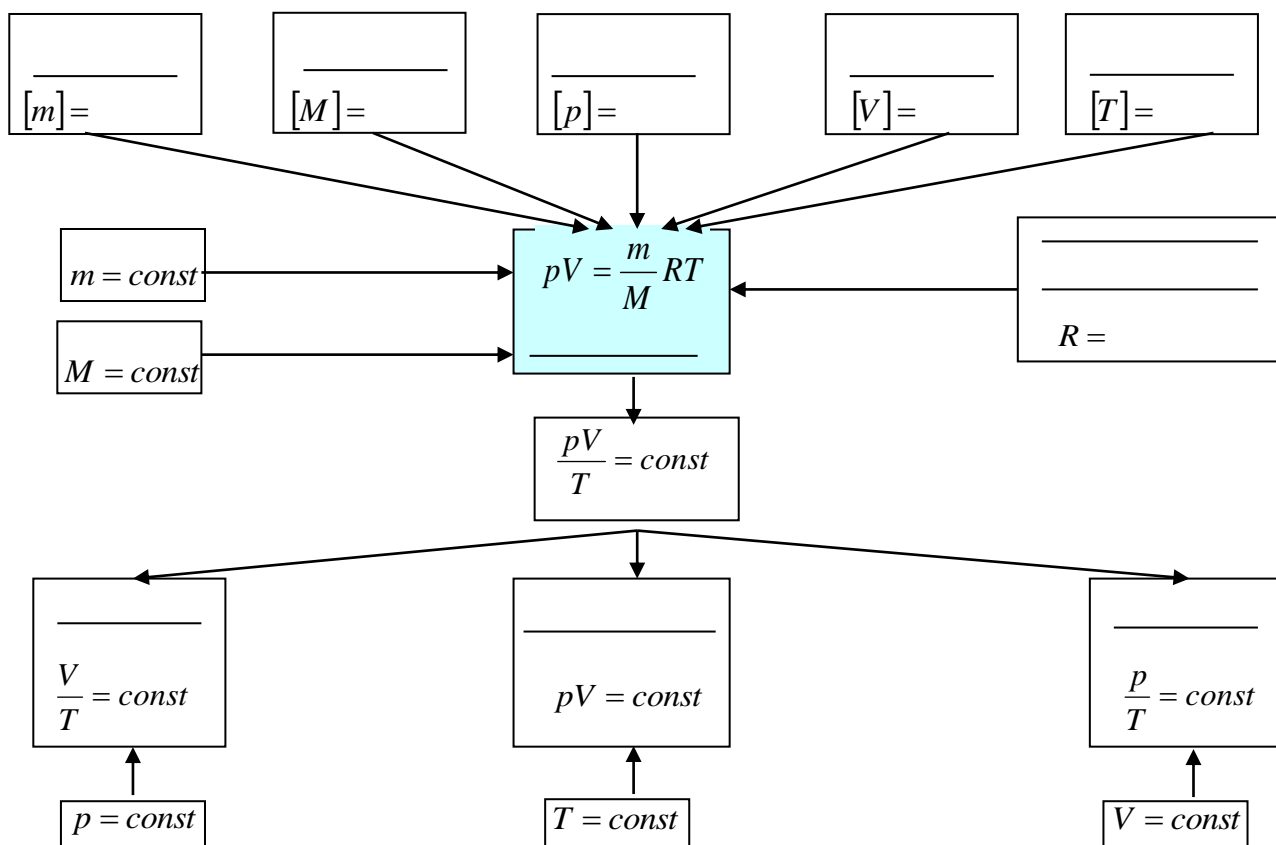


Рис. 2.11. Вправа до теми “Рівняння стану ідеального газу”(початковий рівень)

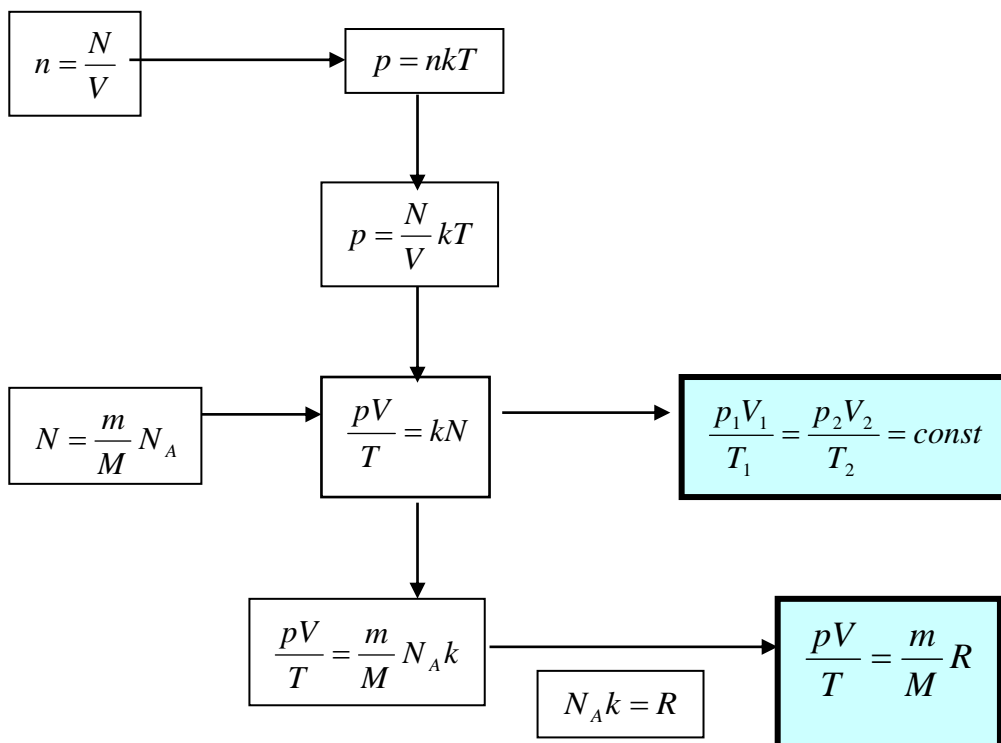


Рис. 2.12. Вправа до теми “Рівняння стану ідеального газу” (достатній рівень)

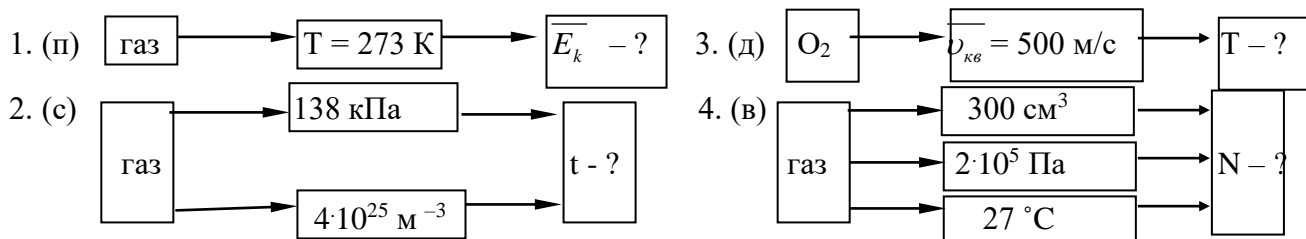


Рис.2.13. Умови задач у вигляді СЛС

Приклад. У калориметр, теплоємністю якого знехтувати, знаходиться лід масою 500 г при температурі $-10 \text{ }^\circ\text{C}$. Яку масу пари, що має температуру $100 \text{ }^\circ\text{C}$, необхідно впустити в калориметр для утворення води температурою $20 \text{ }^\circ\text{C}$?

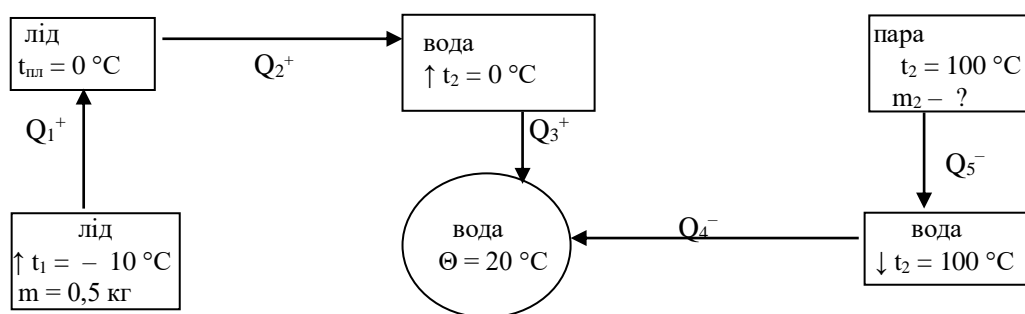


Рис. 2.14. СЛС для аналізу умови задачі

6. *Лабораторні роботи.* Зображення плану лабораторної роботи у вигляді СЛС дозволяло складати чіткий алгоритм дій, узагальнювати і систематизувати теоретичні відомості до роботи.

7. *Узагальненню і систематизації знань* (див. розд. 2.5) сприяло зведення одержаних знань у єдину СЛС.

8. *Тематичні атестації.* Основні елементи знань та зв'язки між ними, які виносилися на тематичну атестацію, зображалися у вигляді СЛС. Поділ елементів знань за рівнями навчальних досягнень відмічалися різними кольорами фону чи рамки (дод. М.5).

Для активізації та розвитку мислення учням пропонувалися індивідуальні завдання, які передбачали перенесення виділеного відношення на нові ситуації, порівняння властивостей. Наприклад:

1. Скласти порівняльну таблицю кристалічних та аморфних тіл (дод. М.1).
2. За зразком виведення закону Бойля – Маріотта вивести інші газові закони [272, с. 40].

3. Чи зміниться висота підняття рідини в капілярі, якщо його нахилити [272, с.89]?
 4. Дослідити, як веде себе гумова трубка при підвищенні температури [272, с.97].

Використання спеціальних прийомів та засобів індивідуально-особистісної підтримки допомагало старшокласникам оволодівати певним рівнем знань, умінь та навичок. Згідно рівнів мислительної діяльності у нашій методиці запропоновані диференційовані завдання. Наприклад, на розпізнавання і відтворення фізичних величин та їх одиниць вимірювання (рис. 2.15):



$$p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2}, \quad p = \frac{2}{3} n \overline{E_k}, \quad p = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2}, \quad p = nkT, \quad \overline{E_k} = \frac{3}{2} kT.$$

Рис. 2.15. Вправа на розпізнавання й відтворення фізичних величин та їх одиниць вимірювання (початковий рівень)

Завдання для розвитку логічного мислення учнів середнього рівня засвоєння знань передбачали розуміння суті фізичних явищ, процесів, закономірностей їх перебігу, наприклад: пояснити газові закони на основі молекулярно-кінетичного та термодинамічного підходів [272, с. 41].

Для учнів високого та достатнього рівня засвоєння знань пропонувалися завдання творчого характеру:

1. У калориметрі знаходиться вода масою 2 кг при температурі 5 °С, до якої додають лід масою 5 кг при температурі – 40 °С. Яка буде температура в стані термодинамічної рівноваги? Скільки льоду залишиться в калориметрі? Теплоємністю калориметра знехтувати. У цій задачі невідомий кінцевий агрегатний стан системи. Старшокласникам необхідно обдумати п'ять можливих випадків.

2. Відомі теплові двигуни, в яких робочим тілом є газ. Чи можна створити тепловий двигун, у якому робочим тілом було б тверде тіло?

3. У просторовій прямокутній системі координат p, V, T кожному стану даної маси газу відповідає лише одна точка простору. Стану з параметрами p_1, V_1, T_1 відповідає точка 1; стану з параметрами p_2, V_2, T_2 — точка 2. Перевести газ зі стану 1 в стан 3 за допомогою двох ізопроцесів. Зобразити графіки процесів у трьохвимірному просторі [250, 272].

Під час проведення занять нами розглядалися різні формулювання задач і запитань як спосіб поглиблення їх розуміння, з метою підказки. Самостійне складання запитань, переформулювання завдань, зміна сутності проблеми нами відмічені як прийоми розвитку мислення учнів. Наприклад:

1. Яку неточність містить вислів: “Спирт кипить при $78\text{ }^\circ\text{C}$ ”?

2. За якої температури випаровується вода? Звідки беруться в рідині “швидкі” молекули? Чи змінюється температура рідини під час випаровування? До фізичних величин, явищ, властивостей чи матеріальних об’єктів слідує віднести поняття “випаровування”?

3. Чи можна за методом Штерна визначити швидкість однієї молекули? Які молекули в атмосфері рухаються швише: водню чи кисню? Як змінюється середня квадратична швидкість молекул води в крові людини з підвищенням температури?

4. Встановити залежність: 1) якщо радіус капіляра зменшити, то висота підняття...; 2) чим більша густина рідини, тим висота підняття рідини в капілярі...

5. Чи залежить висота підняття рідини в капілярі від температури? Чи зміниться висота рівня води в капілярі, якщо посудина з капіляром вільно падатиме?

Враховуючи зауваження по керуванню увагою (див. розд. 1.4), використовувалася новизна інформації, різні форми її подання, виокремлювалися деякі елементи знань, насамперед ті, які мають низькі показники засвоєння (дод. Б), здійснювалося пояснення навчального матеріалу з обов’язковим підведенням підсумків і систематизацією. Наприклад, за результатами педагогічного експерименту (див. дод. Т) встановлено, що з теми “Основні положення МКТ речовини” низький коефіцієнти засвоєння знань мають сили взаємодії. Виокремлення цього елементу знань, його пояснення на основі демонстраційного експерименту (зчеплення свинцевих циліндрів, змочування скляної пластинки [168]), графічного зображення,

моделювання умов симетричної дії сил притягання та сил відштовхування дозволили досягти підвищення якості засвоєння.

Елементи знань – критичний стан речовини, критична температура, дослідження Авенаріуса – з теми “Взаємне перетворення рідин і газів” (див. дод. Б.2) розглядалися нами на основі історико-методологічного підходу з застосуванням комп’ютерних моделей та відеофрагментів (дод. Л.4). Збільшення кількості звернень до цих елементів знань та яскраве подання навчального матеріалу викликало інтерес в учнів, що привело до стійкості їх уваги і вплинуло на продуктивність запам’ятовування.

Як показав педагогічний експеримент, з теми “Основи термодинаміки” (дод. Б.4) учні поверхнево розуміють графічні зображення циклу Карно, принципи дії різних теплових машин, неможливість створення вічного двигуна. Нами використовувався прийом одночасного пояснення наочної моделі, графічного зображення процесів їх дії та схеми теоретичного узагальнення [272], що позитивно вплинуло на якість їх знань.

Систематизація у вигляді СЛС величин, що характеризують молекули (кількість частинок, маса молекули, відносна молекулярна маса, молярна маса, атомна одиниця маси, стала Авогадро) сприяла їх розумінню та запам’ятання учнями формул на основі логічних зв’язків, розвитку понятійного мислення [272].

Для формування уваги учнів при обчисленнях нами пропонувалося: 1) здійснювати перевірку самостійно одержаних розв’язків і оцінювати їх за поданими зразками в залежності від кількості виконаних помилок; 2) виправляти помилки у наперед відомому неправильному розв’язуванні задач; 3) перевіряти розв’язування задач своїх однокласників з оцінкою якості.

Враховуючи індивідуальні особливості учнів (характер, тип пам’яті, інтереси, рівень знань, умінь, навичок), розглядалися відповідні вправи. Наприклад, учням з розвинутою зоровою пам’яттю або з метою її формування давалися такі завдання:

1. Назвати зображення на малюнках з підписами: прилад (психрометр, термометр), теплова машина (автомобіль, ракета), вчений (Ломоносов, Авенаріус), явище (кипіння, капілярність), агрегатний стан речовини (кристалічна ґратка, іній).

2. Дати назви ізопроцесам, що зображені на малюнку (рис. 2.16). Як змінюються

термодинамічні параметри (рис. 2.17)?

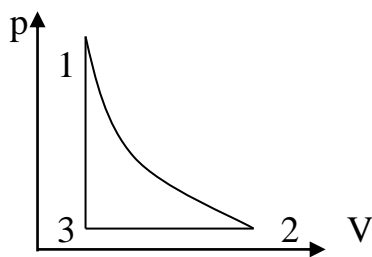


Рис. 2.16

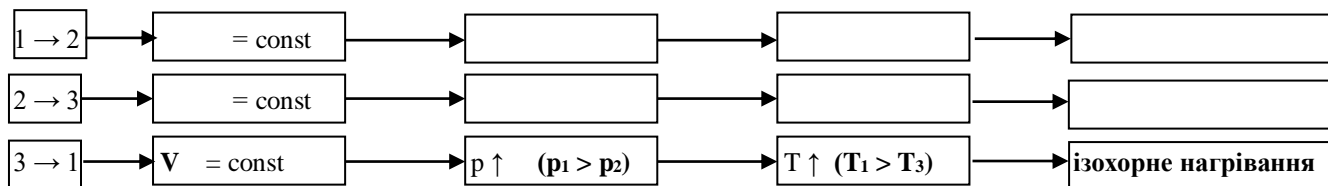


Рис. 2.17

3. Описати процес вимірювання вологості повітря за допомогою психрометра.

Старшокласники, у яких переважає руховий тип пам'яті, одержували завдання у іншій формі: визначити вологість повітря в класній кімнаті, розв'язати задачу на газові закони за алгоритмом [250], вставити пропущені фізичні величини [272] та ін.

Учні, що мають слуховий тип пам'яті, виконували вправи: 1. Знайти помилку: а) процес зміни стану термодинамічної системи при сталому об'ємі називають ізобарним; б) при зменшенні зовнішнього тиску температура кипіння знижується; в) внутрішня енергія ідеального газу обернено пропорційна його абсолютній температурі. 2. Встановити взаємовідповідність: 1 – пластичність, 2 – крихкість, 3 – пружність; а – гума, б – пластилін, в – чавун, г – скло, д – сталь, е – свинець, є – мрамур. 3. Скласти СЛС до теми “Деформація та її види” та ін.

У процесі навчання нами використовувалися різноманітні форми організації навчальної діяльності учнів, зокрема фронтальна, індивідуальна, групова. Фронтальна робота дозволяла донести нову інформацію одразу до значної кількості учнів. Індивідуальна – передбачала самостійну роботу кожного учня на рівні його можливостей і переважала при виконанні домашніх, самостійних та контрольних завдань. Парна та групова робота дозволяла створювати умови для самореалізації особистості й сприяла побудові навчального процесу з такими характеристиками: діалогічність, діяльнісний характер, спрямованість на індивідуальний розвиток учня, забез-

печення старшокласникам свободу вибору в навчанні. Наприклад, на етапі формування умінь розв'язувати задачі навчальна діяльність учнів класу будувалася за схемами на рис. 2.18, 2.19.

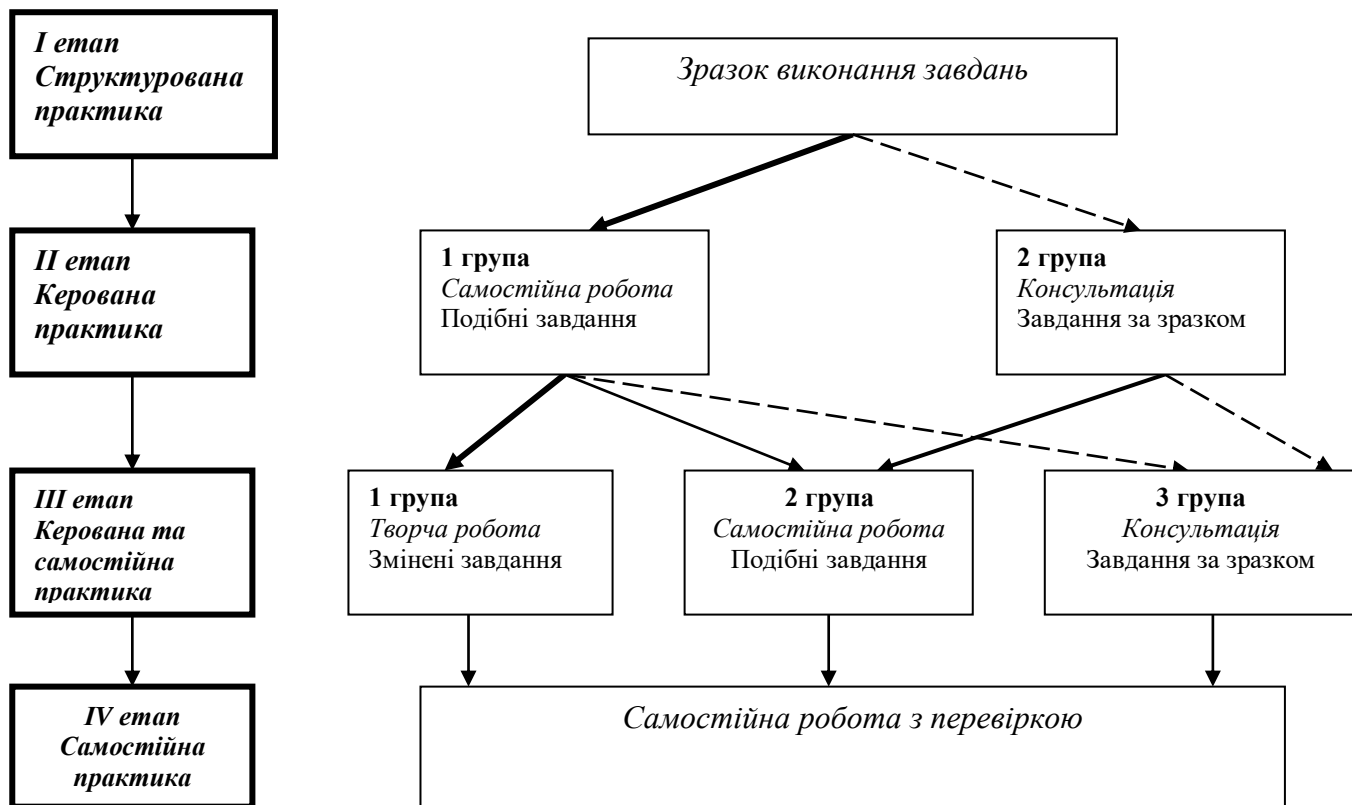


Рис. 2.18. Схема уроку на етапі формування умінь розв'язувати задачі

Тема: Розв'язування задач на визначення величин, що характеризують молекули

Елементи знань: кількість речовини, кількість молекул, маса молекули, молярна маса, відносна молекулярна маса, стала Авогадро, розмір молекули.

І етап. Структурована практика

1. **Експериментальне завдання:** Визначити кількість речовини, що міститься в певному тілі. **Обладнання:** тіло (мідне, залізне та ін.), терези, важки.

2. **Задача за схемою № 1.14.**



3. Чому дорівнює маса молекули метану?

4. **Якісна задача:** Чому краплина олії не розтікається по всій поверхні води, а утворює круг? Яка товщина цього круга? Як її визначити?

II етап. Керована практика

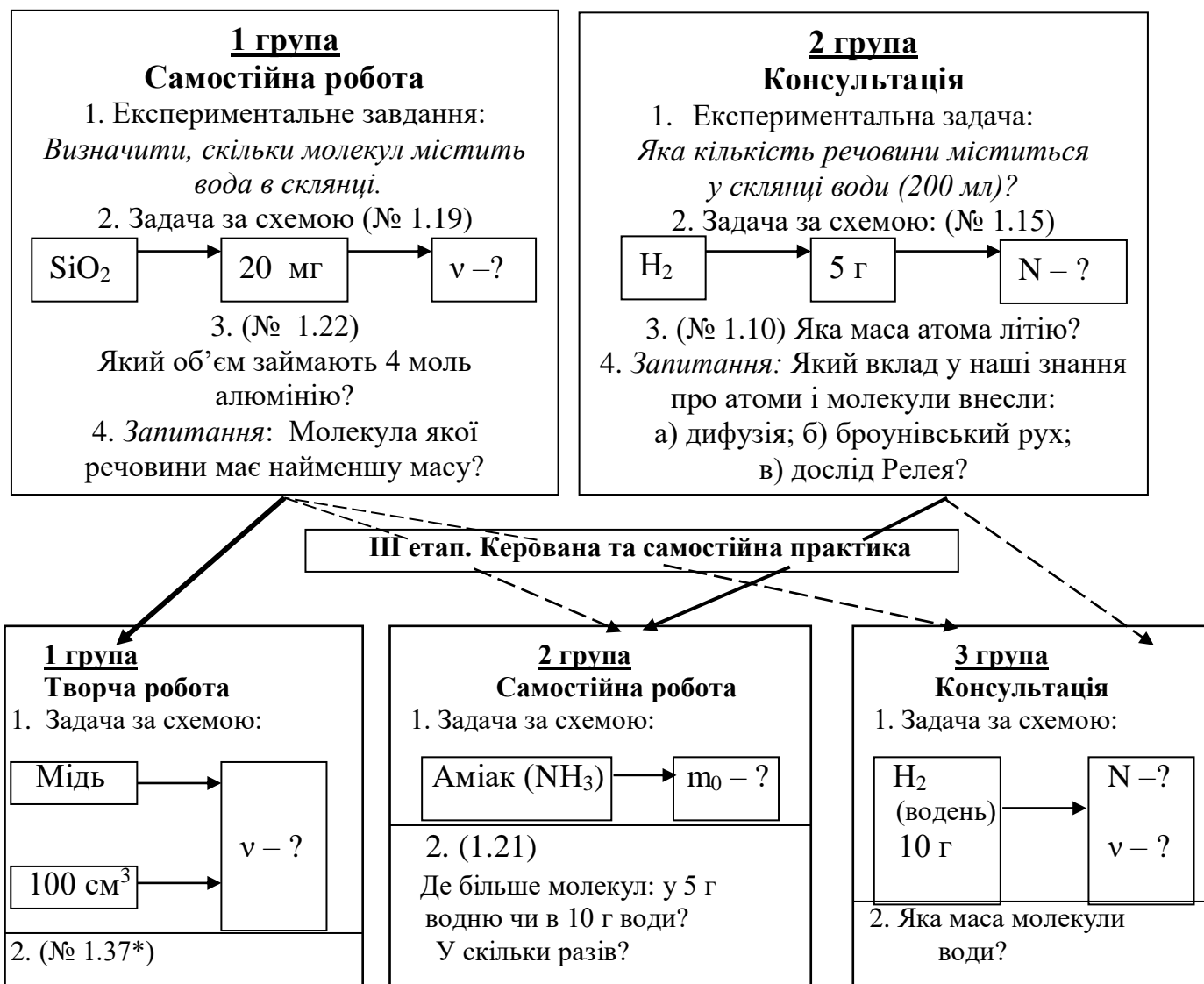


Рис. 2.19. Фрагмент уроку до схеми

IV етап. Самостійна практика

1 (в). *Задача:* На поверхню води помістили краплину олії масою $2 \cdot 10^{-7}$ кг. Краплина розтеклася, утворивши плівку, яка складається з одного шару молекул, площею $6 \cdot 10^{-2}$ м². Який діаметр молекули олії? Густина олії дорівнює 900 кг/м³. Знайти об'єм молекули, приймаючи її за кулю.

2(д). (№ 1.23) Чи помістяться в трилітровій банці 50 моль ртуті?

*№ 1.37. В озеро з середньою глибиною 7,5 м і площею 16 км² кинули кристалик кухонної солі масою 20 мг. Через дуже тривалий час з озера зачерпнули склянку води об'ємом 200 см³. Скільки іонів натрію з кинутого кристалика виявилось у цій склянці?

3(с). *Якісна задача*: Часто продавці ріжуть масло на частини за допомогою нитки, а не ножа. Незважаючи на те, що лезо у ножа має таку ж товщину, як нитка, різати ним масло важче. Чому?

4(н). *Запитання*: Чи правильне словосполучення: “молекули тіла”, “молекули речовини”, “молекули речовини тіла”?

На I етапі школярі з допомогою вчителя розглядали приклади розв’язання завдань. На II етапі учні обирали свою групу. Перша група працює самостійно. Друга – виконувала завдання за зразком з консультантами або вчителем.

На III етапі умовно колектив класу розбивався на три групи, при цьому учні мали можливість самостійного вибору. Для приділення уваги школярам з різним рівнем засвоєння знань вчитель готував до завдань вказівки, приклади розв’язування. На IV етапі учні самостійно вибирали і виконували вправи. При такому підході у вчителя вивільнявся час для роботи з учнями, які мають проблеми у навчанні.

При підведенні підсумків заняття обов’язково здійснювалася рефлексія і кожний учень аналізував свою діяльність на уроці [274].

Згідно проведеного дослідження нами зроблені висновки:

1. В основу розробленої методики покладено особистісно орієнтована технологія та системно-діяльнісний принцип. Встановлено, що для її реалізації учитель має: 1) звертати увагу на самостійну роботу, власні відкриття учнів, оскільки це є запорукою його подальшого особистісного та професійного розвитку; 2) використовувати дидактичний матеріал, що містить різні способи виконання завдань і відповідає успішності та здібностям учня; 3) стимулювати старшокласників до висловлювань та заохочувати їх намагання знаходити власний спосіб розв’язування задач; 4) створювати на уроці педагогічні ситуації діалогу та успіху.

2. Структурування навчального матеріалу та моделювання цілісності його дидактичних відрізків дозволили диференційовано і варіативно підійти до форм подання навчальної інформації та вибору методів її вивчення.

3. Виділення на початку уроку нових елементів знань та на повторення, ознайомлення учнів з рівневими вимогами до знань, умінь та навичок, які він повинен

набути на занятті, уможливило планування учнем своїх освітніх досягнень. Кодування навчальної інформації у вигляді СЛС стало засобом інтенсифікації змісту навчання.

4. Встановлено, що за умов реалізації особистісно орієнтованої технології відбувається розвиток здібностей учнів до самовизначення в діяльності та спілкуванні, розкриття внутрішніх можливостей, формування когнітивної та афективної сфери особистості.

5. Врахування логіки побудови змісту на основі його структурно-логічного аналізу та системного підходу, використання прийомів навчання відповідно до індивідуальних можливостей та потреб учнів, гармонійне поєднання пізнання, практичної роботи та спілкування, поступовий розвиток та нарощування самостійності учнів, рівня їх активності, відповідність організації навчальної діяльності етапам особистісно орієнтованої технології складають основні характеристики розробленої методики навчання молекулярної фізики.

2.5. Аналіз впливу міжпредметних і внутрішніх зв'язків на формування системних знань з молекулярної фізики в умовах профільного навчання

Логіка вивчення кожного навчального предмету передбачає послідовне формування в учнів певної системи знань і способів дій із ними. Така система знань складається на основі засвоєння змісту та обсягу спочатку окремого поняття, встановлення зв'язків між ним й іншими поняттями в межах однієї теми, розділу, а в подальшому й предмета в цілому. У такий спосіб формуються одночасно й операційні знання учнів. Близьке та більш віддалене перенесення знань і способів дій можливе на основі встановлення внутріпредметних зв'язків.

Комп'ютерна обробка матриць суміжності дала змогу здійснити аналіз внутрішніх зв'язків системи (див. розд. 1.1) і побудувати “дерева” СЛС навчального матеріалу з молекулярної фізики (дод. Е). Метод “дерев” дозволив проаналізувати послідовність вивчення понять розділу, теми. Встановлено, що елементи знань на повторення є причиною розривів у логічній структурі дерев і, з методичної точки зору, вимагають в процесі навчання актуалізації для забезпечення безперервності та наступності в засвоєнні знань.

Наприклад, пояснення поняття термодинамічної температури потребує повторення елементів знань: тепловий контакт, теплова рівновага, теплопередача, шкала Цельсія, вимірювання температури термометром; частинки – атом, молекула, іон; досліду Штерна – поступальний та обертальний рух, відстань, частота, швидкість, час, закони Ньютона; ідеального газу – реальний газ, молекула, матеріальна точка, імпульс, закон збереження імпульсу, прямолінійний рівномірний рух, швидкість, кінетична енергія, абсолютно пружний удар; явище кипіння – атмосферний тиск, гідростатичний тиск, закон Архімеда; будова твердих тіл – атом, молекула, електрон, іон, електростатичні сили, ковалентний зв'язок, сили взаємодії, упорядкування, коливання та ін.

Відсутність таких внутрішніх зв'язків при засвоєнні нових знань приводить до нерозуміння навчального матеріалу або поверхневого, неусвідомленого його запам'ятовування. Мова йде про рівневе навчання на початковому етапі вивчення будь-

якого відрізка навчального матеріалу. Нами запропоновано актуалізацію опорних знань проводити на основі фронтальної бесіди, комп'ютерної моделі чи експерименту (див. розд. 2.4).

Обробка матриць суміжності та досяжності СЛС розділу “Молекулярна фізика” дозволила на основі внутрішніх зв'язків провести класифікацію елементів знань (див. дод. 3). Порівняння вимог навчальних програм [209, 300] і здійсненої нами класифікації вказує про те, що деякі елементи знань, які віднесені до групи А і В, за кількістю логічних кроків є складними для учнів початкового та середнього рівня засвоєння знань. Зважаючи на сказане, під час вибору методів їх вивчення нами скорочувалися логічні зв'язки або приділялася увага окремим відношенням між елементами знань, обиралися різні форми подання інформації (див. розд. 2.4).

Наприклад, учні всіх профілів вивчають поняття ідеального газу. За програмою [300] для універсального, технологічного, філологічного, суспільно-гуманітарного, художньо-естетичного профілю вимагається дати уявлення про модель ідеального газу, для фізико-математичного – знати поняття ідеального газу; для природничого профілю наголошуються про ідеальний газ як фізичну модель реального газу. Це поняття має 20 логічних зв'язків. При поясненні його учням гуманітарного профілю деякі з них нами скорочуються. Від учнів фізико-математичного напрямку та високого рівня засвоєння знань вимагалось розуміння фізичного змісту всіх його структурних елементів (розд. 2.2).

Виявлено, що у 10 – 11 класі учні поглиблюють знання з молекулярної фізики: 1) визначення маси молекул (маспектрограф), розмірів і форми молекул (електронні мікроскопи); 2) будова атома (досліди А.Ф. Йоффе та Р.Е. Міллікена, дослід Резерфорда); 3) температура та її вимірювання, нагрівання (теплове випромінювання, пірометрія); 4) речовина та її будова (спектральний аналіз); 5) властивості речовини (провідники, діелектрики, напівпровідники, електроліти, плазма, парамагнітні, діамагнітні та феромагнітні речовини); 6) рідина (електричні властивості рідин, електроліти, електроліз); 7) газ (електричні властивості газів, вакуум); 8) фізичні властивості твердих тіл (оптичні, магнітні, електричні); 9) закон збереження енергії (енергія зв'язку атомних ядер) [277]; 10) нові методи дослідження: визначення вологості

оптичними приладами за розсіюванням світла молекулами води [205] та ін.

На основі досліджень вчених (О.В. Сергєєва [157], В.Р. Ільченко [106], О.М. Кабанової-Меллер [107], С.Л. Рубінштейна [234], Ю.І. Діка, І.К. Туришева [156], В.М. Максимової, Н.В. Груздевої [151], М.М. Скаткіна [256], О.І. Єфремової [86], Мінаєва Ю.П. [169], В.Ф. Савченка [235] та ін.) міжпредметні зв'язки шкільних дисциплін розглядаються як дидактичний засіб, який передбачає комплексний підхід до формування та засвоєння змісту освіти, що дає можливість здійснювати зв'язки між предметами для поглибленого, всебічного розгляду найважливіших понять, явищ. На основі констатуючого експерименту встановлено, що учителі використовують на уроках фізики окремі елементи знань, запитання і завдання з навчального матеріалу інших предметів. Це були нетривалі митті занять, які відігравали допоміжне значення для вивчення теми і сприяли глибшому осмисленню якогось конкретного поняття.

На думку І.М. Козловської [120], “суть інтеграції у навчально-виховному процесі – взаємопроникнення елементів одного об'єкта в структуру іншого, внаслідок чого одержується повністю новий об'єкт зі своїми властивостями. У змісті навчання інтеграція здійснюється злиттям в одному предметі елементів різних навчальних предметів широким міждисциплінарним підходом”. У такому випадку інтеграція навчання – добір та об'єднання навчального матеріалу з різних предметів з метою цілісного й різнобічного вивчення важливих наскрізних тем (дод. Н.1).

У нашому дослідженні звертається увага на інтеграцію навчальних предметів на рівні структурних елементів знань та зв'язків між ними. У цьому випадку міжпредметні зв'язки виступали і як форма об'єднання окремих навчальних дисциплін, і як процес переносу знань з однієї предметної галузі в іншу для синтезу нових знань. Це пов'язано з інтеграцією фундаментальності та професійної спрямованості навчальних природничих дисциплін [271]. У зв'язку з цим, запропоновано ввести до курсу фізики поняття з інших профілюючих предметів або виділити елементи знань, які є фундаментальною базою для вивчення професійно-зорієнтованих предметів. Поєднання глибини фізичних знань з широтою знань інших предметів дозволили реалізувати інтегративні зв'язки між знаннями та

виокремити місце своєї дисципліни в цілісній системі освіти.

Матричний аналіз СЛС розділу “Молекулярна фізика” (див. дод. В) виділив базові поняття та вказав на їх значення у логічній структурі навчального матеріалу (див. розд. 1.1). Метод перетину СЛС дає змогу узгоджувати навчальні предмети для розгляду фактів і явищ реальної дійсності з різних боків, з позицій різних навчальних предметів та досягти системності й цілісності одержаних знань.

У нашому дослідженні розглядалися міжпредметні зв'язки та інтеграція знань окремих тем (“Температура”, “Величини, що характеризують молекули”, “Дифузія”, “Капілярні явища”, “Властивості рідини”) і акцентувалася увага, насамперед, на технологічному аспекті їх встановлення. Спочатку визначалися спільні поняття суміжних з фізикою предметів та логічні зв'язки між елементами знань. Потім утворена система елементів знань розглядалася як цілісне утворення, що сприяло формуванню наукового світогляду учнів, підвищенню якості засвоєння знань, розвитку інтересу до вивчення предметів. Наприклад, міжпредметні зв'язки поняття температури (рис. 2.20).

Профільне спрямування старшої школи вимагає виділення окремих елементів знань та зв'язків між ними. Наприклад, у СЛС теми “Основні положення МКТ речовини” (дод. Н.2) для гуманітарного профілю порівняно з універсальним нами були скорочені деякі зв'язки: не розглядалася будова атома, статистичний підхід (перенесено до навчального матеріалу про швидкість молекул). Згідно структурно-логічного аналізу навчального матеріалу запропоновано ввести фундаментальні поняття симетрії та збереження, розглянути агрегатні стани речовини, пригадати приклади застосування дифузії, броунівського руху у природі та житті людини. У класах природничого та спортивного профілю навчальний матеріал був доповнений елементами знань: закон Авогадро, закон Дальтона, закон сталості складу і кратних відношень, будова атома, іони, моделювання (молекула), осмос, тому більш ширше розглядалось застосування одержаних знань. У фізико-математичних класах глибше розкривався статистичний підхід, порівнювалися термодинамічний та статистичний підходи, давалось поняття про макро- та мікросистеми, теорію, дискретність, модель молекули, полярні й неполярні молекули в хімії.

Дослідження внутріпредметних зв'язків температури з базовим курсом фізики

дали змогу виділити навчальний матеріал про вплив температури на лінійні розміри тіл, коефіцієнт лінійного розширення, коефіцієнт об'ємного розширення тіл. При вивченні теми “Температура та її вимірювання” (дод. Н. 2.5) у класах гуманітарного профілю пропонувалося розглянути ці елементи знань та їх практичну значущість, показати застосування температури (теплове забруднення атмосфери, низькі температури у медичній практиці, теплоізоляційні матеріали та ін.). У класах природничого та спортивного профілю (дод. Н.2.6) висвітлити навчальний матеріал про теплообмін в терморегуляції організму живих істот, теплолікування людини та ін.

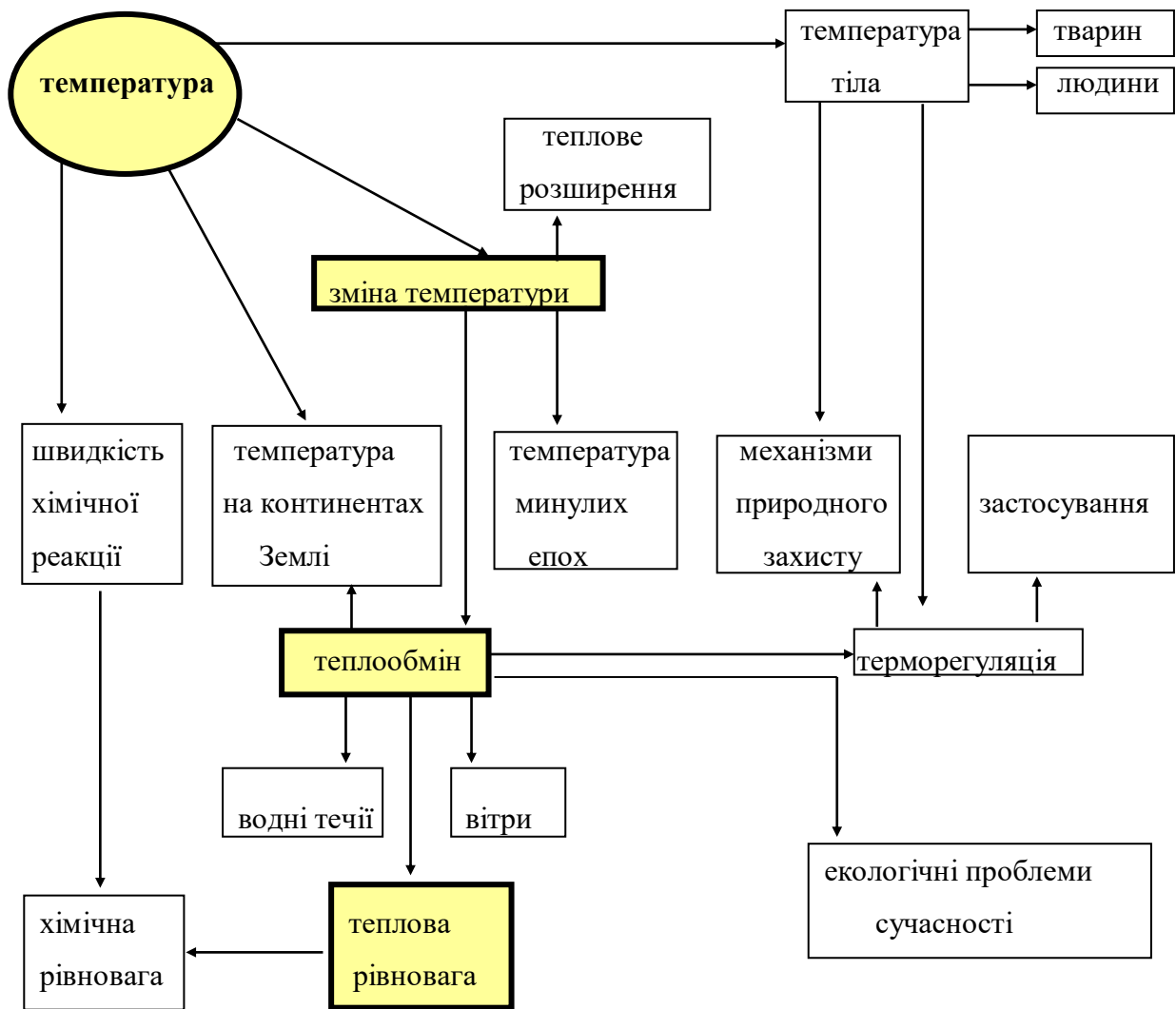


Рис. 2.20. СЛС міжпредметних зв'язків поняття температури

Встановлені міжпредметні зв'язки вказують, що тема “Властивості рідини” (дод. Н.2.7) містить фізичні знання, що дозволяють пояснити біологічні явища (питома теплоємність, теплове розширення, фізичні властивості рідин, капілярні

явища та ін.). У фізиці, при поясненні поверхневого натягу рідини, використовуються знання з хімії: поверхнево-активні речовини, домішки, хімічні властивості рідин (води) та ін. У класах технологічного профілю розглядалися знання, які мають практичне значення у техніці, сільському господарстві, виробництві (питома теплоємність, плинність, капілярні явища та ін.).

Профільне спрямування елементів знань тема “Тверді тіла” (дод. Н.2.8) дозволило у класах спортивного профілю вивчити застосування знань у медицині (деформації у природі, створення матеріалів із заданими властивостями та їх використання у медицині, фізичні основи будови опорно-рухової системи та ін.). У класах технологічного профілю розглядалися такі елементи знань: легування, властивості кристалів у техніці, полімери, запас міцності, деформації та ін.

До теми “Основи термодинаміка” входять поняття, явища, закони, які пояснюють процеси в біології: рівняння теплового балансу, теплоємність, теплообмін, закони термодинаміки та ін. Навчальний матеріал про теплові машини відіграє важливе значення для учнів класів технологічного напрямку, які цікавляться технологічними та виробничими процесами.

На нашу думку, уроки інтегрованого змісту відрізняються від уроків використання міжпредметних зв'язків і дозволяють провести удосконалення навчального матеріалу в таких аспектах: 1) посилення практичної спрямованості вивчення фізики на основі інтегрованого підходу; 2) показ важливості фізичних знань в останніх наукових дослідженнях, освоєнні нової техніки й технологій; 3) виділення найбільш значущих для даного профілю навчання елементів знань та їх зв'язків; 4) профільне наповнення змісту фізики та використання фізичних знань у суміжних предметах [271, 273]. Запропоновано міжпредметну інтеграцію здійснювати через інформацію навчального матеріалу, фізичні експерименти, дидактичні завдання, інтерактивні комп'ютерні моделі та ін. Використання інтегрованих уроків та міжпредметних зв'язків допомагало залучити учнів до творчої роботи.

Поширена така класифікація взаємозв'язків у навчанні фізики та інших предметів: фізика і математика; фізика навколо нас; фізика і біологія; біофізика; фізика і медицина; фізика і географія; фізика і хімія, фізика та екологія, фізика та історія,

фізика в літературі [271].

Фізичні знання та уміння, сформовані в учнів під час занять, є фундаментальною базою для вивчення інших професійно значимих дисциплін, освоєння нової техніки й технологій. Відомо, що розв'язування задач дозволяє реалізувати ідею перенесення фізичних знань у суміжні предмети.

Наприклад, при вивченні розділу “Молекулярна фізика” у класах природничого напрямку профілізації розглядалися запитання та задачі відповідно обраного профілю. Наприклад, а) *біологічного змісту*: 1. У китів, тюленів та моржів під шкірою міститься товстий шар жиру, що іноді сягає 30 см. Яке його призначення? 2. Чому деякі степові рослини мають воскове покриття кори? 3. Еритроцити крові людини – це диски діаметром $7 \cdot 10^{-6}$ м і товщиною 10^{-6} м. В 1 мм^3 крові міститься близько $5 \cdot 10^6$ таких дисків. Якщо в дорослої людини є 5 л крові, то скільки в ній еритроцитів? 4. Розрахувати кількість генетичної інформації, що міститься у хромосомах однієї клітини людського організму (з інформатики відомо, що на один нуклеотид припадає 4 біт, з біології – клітина людського організму містить 46 хромосом, до складу кожної з них входить одна молекула ДНК, що складається приблизно з $5 \cdot 10^9$ нуклеотидів); б) *географічного*: 1. Чому восени нижня межа хмар лежить на значно меншій висоті, ніж теплого літнього дня? Куди зникають денні хмари в кінці літнього дня? 2. Чи змінюється з висотою відносна вологість повітря? 3. Відомо, що ґрунти з нерівним рельєфом випаровують значно більше вологи, ніж ґрунти з рівною поверхнею. Як це пояснити? 4. Чому в приморських країнах клімат помірніший, ніж в областях, котрі лежать у глибині материків?

Такий підхід підвищував інтерес до вивчення фізики навіть у тих учнів, які схильні розглядати фізику як елемент загальної освіти і не передбачають використовувати її у своїй майбутній діяльності. Профільне наповнення змісту фізики насичувало навчальний матеріал такими прикладами, поняттями, що цікавлять учнів та необхідні для майбутньої професії (медицина, виробництво, будівництво і т.д.):

1. В медицині застосовують різноманітні пристрої: автоклави, циркуляційні холодильники, термостати, термометри. Для чого вони призначені? Які теплові явища в них відбуваються? 2. Одним із засобів зниження кров'яного тиску є

занурення ніг у гарячу воду. Як пояснити з фізичної точки зору такий спосіб зменшення внутрішньочерепного тиску? 3. Підвищення температури тіла людини на $1\text{ }^\circ\text{C}$ викликає збільшення інтенсивності обміну речовин на 7% . З чим пов'язана така зміна? 4. Пояснити процес гартування металу й зміни його внутрішньої структури при цьому. Що змінюється у будові металу при його згинанні? 5. На виставці будівельник торкнувся рукою до кількох зразків будівельних матеріалів для виготовлення стін будинків. Чи може він за таким способом визначити найкращий за теплопровідністю матеріал?

Для формування умінь та навичок розв'язувати задачі, виконувати експериментальні роботи нами використовувався математичний апарат з тем: “Степінь з цілим показником”, “Стандартний вигляд числа”, “Округлення чисел”, “Розв'язування рівнянь. Системи рівнянь”, “Функціональні залежності. Графіки функцій”, “Об'єм”, “Площа геометричних фігур”, “Відсотки”, “Симетрія та її види”. Поліпшення якості знань з названих тем позитивно впливало на знання учнів з фізики.

Наприклад, пояснення знаку роботи газу і роботи зовнішніх сил на основі інтеграції знань з фізики та математики (значення косинуса):

1. Газ розширюється і діє на поршень із силою F' : $F' = pS$.
2. Поршень рухається в напрямі сили F' і переміщується на відстань $s = \Delta h = h_2 - h_1$.
3. Робота газу дорівнює: $A' = F'\Delta h = pS(h_2 - h_1) = p(S h_2 - S h_1)$. Переміщення $\vec{s} \uparrow \vec{F}'$, $\alpha = 0^\circ$ тому $\cos \alpha = 1$ (згідно формули з механіки $A = Fs \cos \alpha$) $\Rightarrow A' > 0$.

З іншої сторони об'єм циліндра: $V = Sh$, тоді $A' = p(V_2 - V_1) = p\Delta V$.

$V_2 - V_1 > 0$, $\Delta V > 0$; $p = \text{const} \Rightarrow A' > 0$.

Розширюючись, газ передає енергію навколишнім тілам (рис. 2.21). Якщо газ стискується, то при аналогічних міркуваннях $\Delta V < 0$

($\vec{s} \downarrow \vec{F}'$, $\alpha = 180^\circ$, $\cos \alpha = -1$), $A' < 0$.

При виведенні формули роботи розширення чи стиснення газу $A' = \pm p\Delta V$ пояснювалися такі спрощення: 1) поршень переміщується рівномірно (вагою поршня і тертям його об стінку посудини нехтуємо); 2) переміщення поршня (s) мале. Зовнішні сили виконують роботу проти сил пружності, що виникають у газі.

Сила пружності чисельно дорівнює зовнішній силі і протилежна їй за напрямком. Розглядається ізобарний процес.

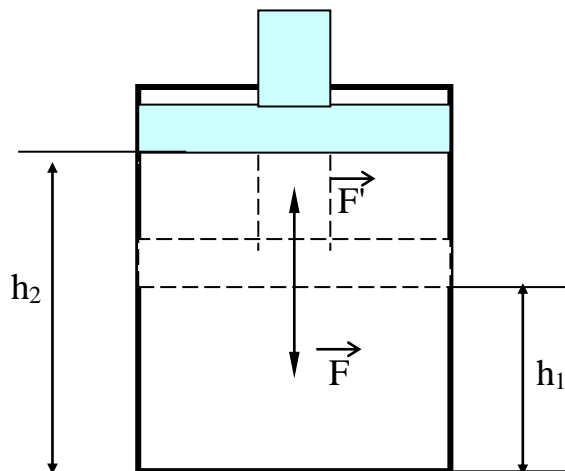


Рис. 2.21. Пояснення поняття роботи

У випадку, коли газ стискають, поршень діє на газ із силою F . За III законом Ньютона $F = -F'$. $\Delta V < 0$, $s \uparrow \uparrow F \Rightarrow A > 0$. Для узагальнення навчального матеріалу учні склали схеми [272, с.56].

Позаурочна діяльність є важливим засобом розвитку професійного інтересу. Усвідомлення змісту своєї навчальної діяльності учні старших класів найчастіше пов'язували з віддаленою перспективою. Завдання вчителя допомогти школяру зрозуміти потребу в знаннях та навичках, чим стимулювати на виконання певних дій.

На основі технології міжпредметної інтеграції знань і зв'язків [273] нами розроблені плани спецкурсів для різних профілів навчання: “Екологічні проблеми сучасності”, “Молекулярна біофізика”, “Зміни методологічних засад термодинаміки”, “Математичні методи при вивченні молекулярної фізики”, “Фізичні та хімічні основи сучасного будівництва” та ін. (дод. Н.3). Виділені такі функції спецкурсів: 1) підтримка профілю навчання; 2) внутрішня профільна спеціалізація; 3) основи професійної діяльності; 4) задоволення пізнавальних інтересів; 5) поглиблення змісту (дод. Н.4).

Особливості конкретного напрямку профілізації вимагають більш спрямованого поглибленого вивчення деякого навчального матеріалу з молекулярної фізики та термодинаміки. Це певною мірою вирішується у програмі природничого профілю (див. розд. 1.3). Учні географічного профілю більш поглиблено мають вивчати

фізику атмосфери, розподіл молекул у полі земного тяжіння, адіабатний процес (хмари та механізм їх утворення, опади), елементи метрології, кристалічні та аморфні тіла, процеси конденсації і випаровування у природі, термодинамічні характеристики земної кори. Враховуючи пізнавальні можливості учнів цього профілю вчитель повинен обирати й відповідні методи навчання (експериментальні дослідження, спостереження тощо).

Учням медичного профілю, крім теоретичного вивчення фізичних основ тиску в судинах, явищ дифузії, капілярності, броунівського руху, газових законів, допомогти сформуванню практичних умінь вимірювати тиск, температуру, продемонструвати моделі органів дихання, капілярної системи, міцності кісток скелета тощо [263, 273].

Викладання фізики в класах філологічного, суспільно-гуманітарного набувало нових “відтінків”, коли використовувався навчальний матеріал, який містив звернення до історичних фактів, бібліографічних відомостей, літературних текстів. Побудова таким чином змісту навчання “оживляла” матеріал, а на його основі створювалась атмосфера співучасті учнів у пошуках істини. Враховуючи особливості розумової діяльності учнів цього профілю, ефективність навчання досягалася завдяки використанню інтерактивних методів (дискусія, бесіда і т.д.).

Розповіді про хід відкриття фізичного закону, його використання в практиці цікаві учням усіх профілів. Важливо зазначати, що фізика як наука розвивається завдяки діяльності допитливих, розумних, захоплених дослідників, зусилля яких спрямовані на безкорисне пізнання оточуючого світу, та описати конфлікт, проблемну ситуацію, яка складалася у процесі пошуку нового закону чи явища.

На нашу думку, у класах екологічного напрямку профілізації доцільно вивчати навчальний матеріал з урахуванням антропогенного чинника, показати гуманістичну сутність науки, значення моральної позиції ученого і його відповідальність за наслідки впровадження наукових досягнень.

У класах технологічного профілю більш детально розглядати матеріал з розділу “Молекулярна фізика” про температуру; тиск; принцип дії теплових двигунів та холодильної машини; проблеми, які пов’язані з використанням теплових двигунів та екологічні наслідки впливу діяльності людини на довкілля; врахування вологості;

механічні властивості твердих тіл; види деформацій; створення матеріалів із наперед заданими властивостями; вплив процесів випаровування і конденсації.

Вказані питання надають можливість реалізувати проектні педагогічні технології. Нами пропонувалося учням створити проект побудови будівельного комплексу, приватного житла, багатоповерхового будинку, дизайну кімнат квартири, виготовлення деталей тощо [273]. При цьому школярі розв'язували такі задачі, які вимагають знань теоретичного матеріалу. Наприклад, для уроку узагальнення і систематизації знань з розділу “Молекулярна фізика” учням технологічного напрямку учням давалося завдання створити проект нового багатоповерхового будинку (див. дод. Л.10).

Для медичного профілю навчання подібний урок провести на основі технології контекстного навчання: моделювання предметного і соціального змісту майбутньої професійної діяльності. Запропонувати учням розіграти ситуації застосування певних професійних здібностей лікаря чи медичної сестри (вимірювання кров'яного тиску, температури), за назвою хвороби описати основні характеристики стану людини та дати їм фізичне пояснення, повідомити методи діагностики.

Для класів фізико-математичного профілю вказаного профілю актуальними є такі моделі уроків, які відповідають алгоритму наукового дослідження: 1) підготовка дослідження; 2) дослідження; 3) обговорення результатів дослідження; 4) застосування результатів дослідження; 5) планування подальших досліджень (дод. Л.5).

На підставі вище сказаного нами зроблені висновки:

1. Встановлення внутріпредметних зв'язків дає можливість реалізувати принцип спіралеподібного вивчення курсу фізики. Виділені елементи знань на повторення вимагають актуалізації знань та чуттєвого досвіду учнів, що забезпечує цілісність навчально-виховного процесу з фізики.

2. Застосування структурно-логічного аналізу для дослідження системи знань з природничого циклу дозволяє виділити спільні елементи знань та зв'язки між ними. Встановлення міжпредметних зв'язків надає можливість провести інтеграцію різнопредметних знань, їх узагальнення та систематизацію.

3. Визначені міжпредметні зв'язки дають змогу уникати дублювання однакових

елементів, скоротити час вивчення навчального матеріалу, сприяють формуванню наукового світогляду учнів та цілісної наукової картини світу.

4. Системно-інтегрований підхід в умовах профільного навчання сприяє формуванню загальноосвітніх знань, їх цілісному усвідомленню, активізації пізнавальної діяльності учнів та приросту творчого потенціалу особистості.

5. Вивчення молекулярної фізики за предметно-інтегративною системою дозволило здійснювати цілісне вивчення навколишнього світу як єдності та гармонії складових природи.

2.6. Використання інформаційно-комунікаційних технологій для підвищення ефективності процесу навчання розділу “Молекулярна фізика”

Розвиток засобів інформатизації та їх використання у всіх галузях людської діяльності потребують інноваційних педагогічних підходів до навчання для забезпечення відповідного розвитку учня. Впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій дозволяє модернізувати традиційну систему освіти в загальноосвітніх навчальних закладах.

Серед основних напрямків застосування нових інформаційних технологій у навчальному процесі з фізики виділяються: 1) навчально-інформуючі програми 2) програми-тренажери з розв’язування задач; 3) програми тестового контролю навчальних досягнень; 4) програми моделювання певних фізичних явищ і дослідів; 5) ігрові програми, що мають на меті залучити учнів до опанування фізичного матеріалу шляхом включення їх до різноманітних ігрових ситуацій; 6) Інтернет та дистанційне навчання.

Питання, пов’язані з використанням інформаційно-комунікаційних технологій навчання та відповідного програмного забезпечення навчального призначення з фізики, досить широко висвітлені в науково-методичних працях: розроблені основні концептуальні засади створення засобів комп’ютерної підтримки (О.І. Бугайов, М.В. Головка, В.С. Коваль [26] та ін.), відпрацьовані окремі аспекти використання в навчальному процесі з фізики моделювальних програм, електронних підручників, програм для обробки результатів вимірювань та здійснення контролю знань, комп’ютерних ігор та проектів (М.І. Шут, А.В. Касперський, Л.Ю. Благодаренко, В.В. Лапінський, Ю.О. Жук, О.І. Іваницький, В.Ф. Савченко, Сергеев О.В., В.І. Межуєв, В.Д. Шарко, В.І. Сумський, В.Г. Гриценко, А. Сільвейстр [179, 89, 100, 158, 310, 284, 67, 253] та ін.), розглянуті можливості забезпечення організації діалогу в системі дистанційного навчання (М.І. Шут, В.Ф. Заболотний, М.О. Моклюк [90] та ін.).

В Україні педагогічні програмні засоби, які проходять апробацію в середніх загальноосвітніх навчальних закладах, поділяються на три основних типи: 1. Електронні навчальні посібники (програмно-методичні багатофункціональні ком-

плекси, які поєднують можливості монотехнологій комп'ютерного навчання фізики: педагогічний програмний засіб “Фізика – 10” [179]). 2. Бібліотека електронних наочностей з фізики (10 – 11 класи) [194]. 3. Віртуальна фізична лабораторія (10 – 11 класи) [195].

Педагогічні програмні засоби “Фізика 10” та “Бібліотека електронних наочностей з фізики” є структурованими збірниками комп'ютерних дидактичних матеріалів – динамічної та статичної наочності, що відрізняються від дидактичних матеріалів традиційного навчання фізики як способом реалізації, подання та зберігання, так і особливостями та можливостями організації роботи з ними. Об'єкти статичної та динамічної наочності нами пропонувалися на основі поєднання таких основних блоків:

1. *Комп'ютерні моделі фізичних явищ і процесів.* Елементи цього блоку виконані засобами комп'ютерної графіки та моделювання. Вони дозволили:
 - унаочнити прості й складні фізичні явища та процеси, їх внутрішню структуру та особливості протікання: броунівський рух, механізм виникнення тиску, робота чотиритактного двигуна (рис. 2.22), анімація циклу Отто та ін.;

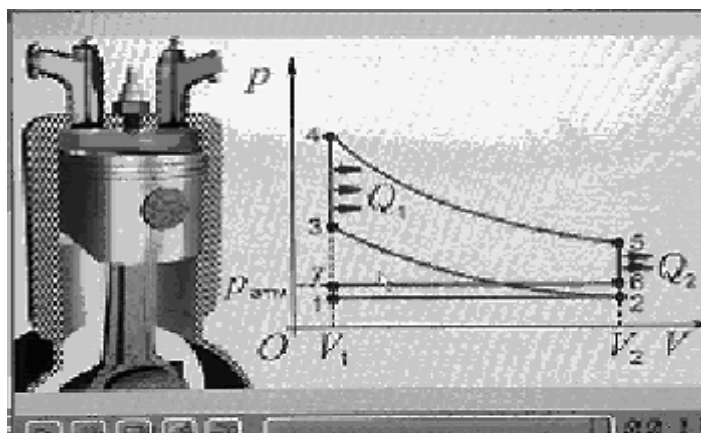


Рис. 2.22. Робота чотиритактного двигуна

- у випадку відсутності реального фізичного обладнання для демонстраційного фізичного експерименту чи утрудненні його показу забезпечити візуалізацію навчальної інформації: дослід Авенаріуса, вивчення газових законів за допомогою сильфона (рис. 2.23.), дослід Штерна, вивчення поведінки молекул речовини в різних агрегатних станах та ін.;
- скоротити тривалість проведення дослідження: спостереження явища дифузії, кипіння, дослідження властивостей насиченої пари та ін.



Рис. 2.23. Перевірка закону Гей-Люссака

2. *Статичні демонстрації* (ілюстративний матеріал). До цього блоку входять об'єкти: цифрові фотографії фізичних приладів, установок, пристроїв, а також зображення, виконані засобами комп'ютерної анімації, графічні: різні види теплових двигунів, термометри, психрометри, графік залежності сили взаємодії молекул від відстані між ними, поверхневий шар рідини, анімаційне представлення роботи газу та ін.
3. *Цифрові відеофрагменти шкільного демонстраційного експерименту*. Виходячи з тези, що навіть найбільш ретельні комп'ютерні моделі не можуть і не мають замінити реальний фізичний експеримент, частину найбільш важливих для розуміння фізичних явищ та законів демонстрацій представлено у вигляді цифрових відеофрагментів, відзнятих в шкільній фізичній лабораторії: броунівський рух під мікроскопом, сили взаємодії між молекулами рідини та твердого тіла, охолодження повітря при адіабатному розширенні та ін.
4. *Інформаційний блок*. Описи об'єктів реалізовані у формі коротких пояснень, узагальнень або висновків, які додаються до наочності.
5. *Узагальнюючі таблиці з фізики*. До складу об'єктів бібліотеки електронних наочностей входять таблиці з фізики, які можуть використовуватися з метою узагальнення та систематизації знань з фізики.

У педагогічному експерименті вказані електронні розробки дали змогу реалізувати принципово нові прийоми навчання:

1. При поєднанні всіх основних блоків між собою планувати оригінальні заняття з використанням конструктора уроків.

2. Актуалізувати пізнавальний інтерес завдяки цікавим демонстраціям, фактам, відомостям та історичному матеріалу. Яскраві образи без надмірних зусиль надовго запам'ятовувалися учням (див. розд. 1.4).
3. Поглиблювати одержані знання на основі сучасних досягнень науки, інформаційно насичувати навчальний матеріал.
4. Виконувати повторення та узагальнення навчального матеріалу у різних формах репрезентації інформації.
5. Створювати умови для самостійного опрацювання учнями дидактичного матеріалу з метою формування узагальнених умінь описувати фізичні явища, процеси, фізичні та технічні установки.
6. Організовувати індивідуальну та групову роботу з вивчення фізичних явищ, процесів молекулярної фізики та їх застосування в науці й техніці в урочний та позакласний час.
7. Автоматизувати функції поточного і підсумкового контролю знань, що мінімізувало суб'єктивний фактор в оцінці знань учнів.

Поелементний аналіз змісту електронного підручника з молекулярної фізики та термодинаміки свідчить про наявність усіх елементів знань, що зазначені у програмі універсального профілю [300]. Крім цього у ньому містяться нові сучасні знання: поняття про пірометрію, дифузія в технологічних та біологічних процесах; вологість в житті людини; поверхнево-активні речовини та їх використання; капілярні явища в будівельній справі, агротехнології та побуті; створення і використання штучних алмазів, сплавів та полімерів та ін. На нашу думку, до вказаного навчального матеріалу доцільно навести наочність.

У словнику з термодинаміки подаються означення елементів знань, які відсутні у підручниках, що дозволяє глибше осмислювати пропонований теоретичний матеріал: термодинамічна система, адіабатна система, рівноважний стан, термодинамічний процес, повна енергія термодинамічної системи, прямий і обернений цикл.

Використання комплексу наочностей та управління навчально-пізнавальною діяльністю учнів через можливість конструювати завершені фрагменти уроків дають змогу говорити про систему електронних наочностей як комплекс дидактичних

матеріалів, що забезпечують реалізацію комп'ютерних технологій навчання у широкому розумінні. Для прикладу розглянемо методику вивчення броунівського руху з використання ППЗ “Фізика – 10” [179]:

1. Повідомити історичні відомості про відкриття броунівського руху Р. Броуном.
2. Запропонувати учням означення броунівського руху прочитати в електронному та паперовому підручниках, порівняти їх, виділити головне. На основі його структурно-логічного аналізу повторити складові елементи знань: безперервний хаотичний рух, сила тяжіння, розчин (рис. 2.24).
3. Пояснити явище на основі анімаційної моделі броунівського руху та відеофільму “Спостереження броунівського руху в мікроскоп”.
4. На основі анімаційної ілюстрації разом з учнями з'ясувати причини броунівського руху та його закономірності (рис. 2. 25).
5. Розглянути практичне застосування знань про броунівський рух: екологічні проблеми (причина тривалого перебування забруднень у повітрі й водоймищах), інструментальні похибки у вимірюваннях.

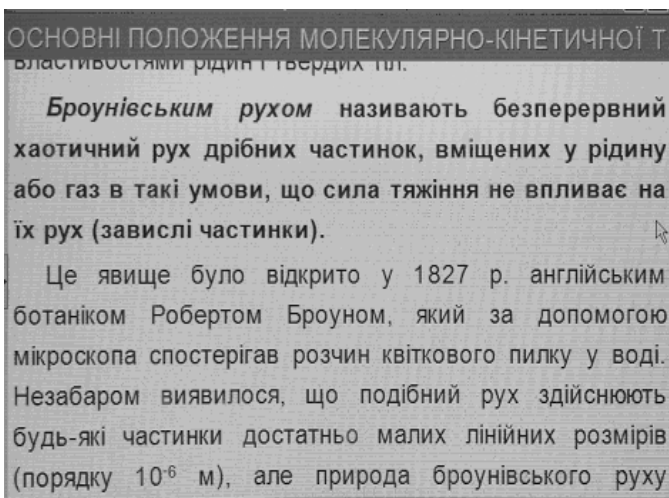


Рис. 2.24. Означення броунівського руху



Рис. 2.25. Пояснення руху броунівської частинки

Короткочасні комп'ютерні демонстрації не порушували структуру уроку. Вони гнучкі при використанні за різним дидактичним призначенням: як ілюстрації до розповіді, матеріал для повторення, вивчення нової теми тощо; дозволили забезпечити оптимальне співвідношення між словом і наочним матеріалом. Скорочення тривалості пояснення нового матеріалу відповідало вимозі зменшення

навантаження та часу стійкої уваги учнів (10 – 15 хвилин) (див. розд. 1.4).

Робота учнів з комп'ютерними демонстраціями показала, що вони є діючим засобом розкриття сутності явищ та процесів. Їх значення полягає у розширенні й поглибленні чуттєвого досвіду учнів. Використання нових інформаційних технологій на уроках вивчення нового матеріалу дозволяло виділяти в предметах і явищах істотні елементи і зв'язки, активізувати розумову діяльність учнів та мотивацію навчання.

Зручний інтерфейс та пошукові системи дали змогу використовувати дидактичні матеріали на вибір в багаторазовому режимі, повертатися в разі потреби до повторного спостереження фізичного явища чи процесу, отримувати допомогу та довідкову інформацію (робота з таблицями, словниками, історичними відомостями).

Комп'ютерна візуалізація навчальної інформації, яку в більш яскравій формі можуть забезпечити інформаційно-комунікаційні технології навчання, позитивно впливали на всі когнітивні процеси учнів. Вони дозволяли враховувати та розвивати в них індивідуальні можливості сприйняття навчальної інформації у різних формах: конкретно-образному, схемно-модельному та словесному. (рис. 2.26).

Наприклад, спочатку під час бесіди з'ясувати, що учням відомо про капілярність (дифузію, тиск, деформацію і т.д.), виявити, як вони уявляють перебіг явища чи процесу. Після перегляду фізичного досліду за допомогою комп'ютера запитати школярів, про що нове вони дізналися порівняно з тим, що вже було їм відоме. Учні, спираючись на зорове сприймання, відтворювали отримані раніше знання з даної теми та під керівництвом учителя робили узагальнення чи висновки.

Процес повторення та контролю знань нами організовувався як доповнення до відомого в процесі узагальнення та систематизації, як спроба поглянути на вже відоме “під новим кутом”, розглянути вивчене в новому плані. Як показав педагогічний експеримент, такий підхід дозволив визначити істотні прогалини в знаннях школярів.

“Візуальні лабораторні роботи” [191] до розділу “Молекулярна фізика” містять: 1) лабораторні роботи “Дослідне підтвердження закону Бойля-Маріотта”, “Вимірювання відносної вологості повітря за точкою роси”, “Визначення модуля пружності гуми”; 2) лабораторні роботи фізичного практикума: “Дослідження залежності між тиском, об'ємом і температурою газу”, “Спостереження

броунівського руху”, “Визначення коефіцієнту поверхневого натягу води методом відривання петлі”, “Визначення коефіцієнту лінійного розширення твердого тіла”, “Вимірювання відносної вологості повітря”.

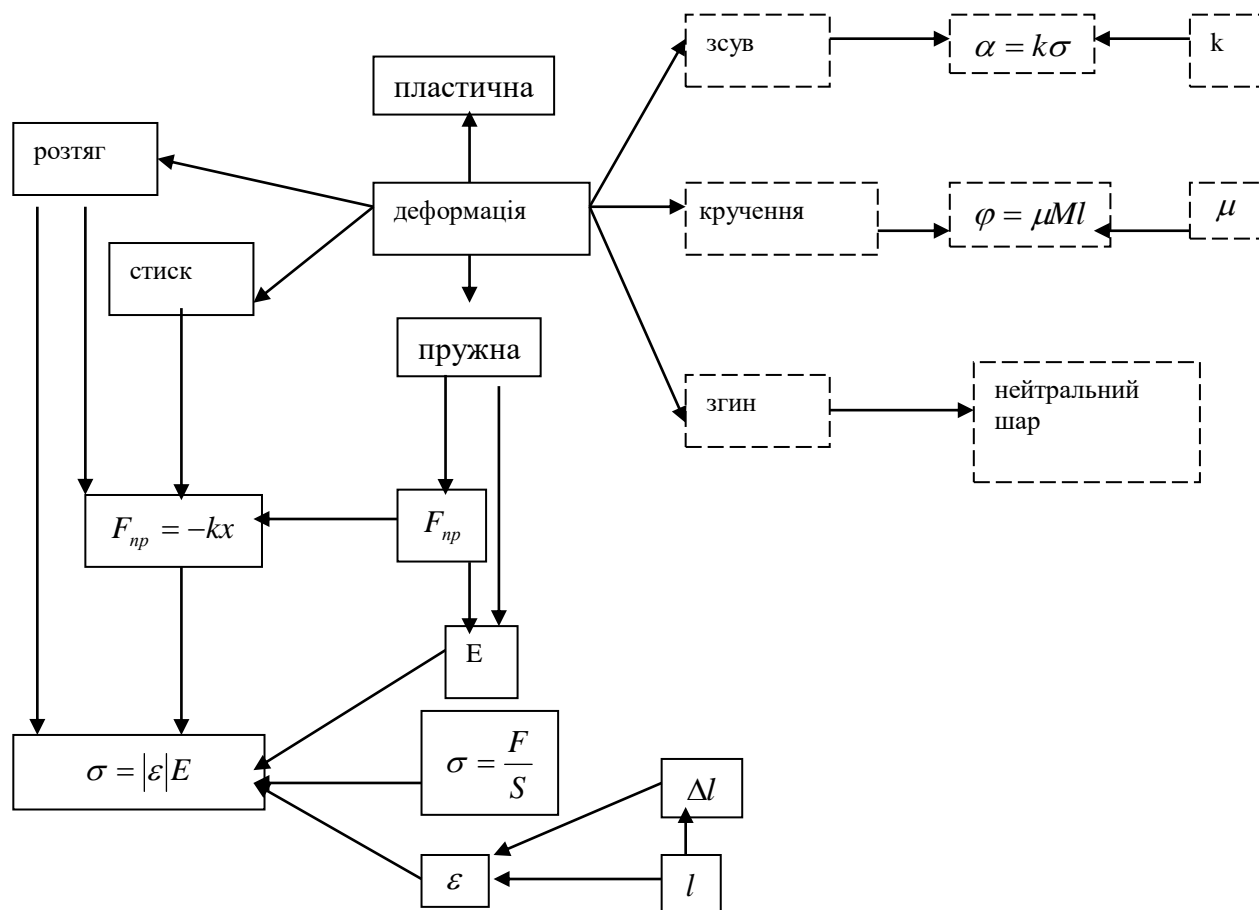


Рис. 2.26. Наочність до пояснення деформації

Створені віртуальні фізичні лабораторії дозволили: 1) підсилити роль фізичного експерименту в пізнанні навколишнього світу; 2) залучити учнів до самостійної діяльності з планування фізичних дослідів; моделювання необхідних експериментальних установок; аналізу можливих варіантів із дослідження фізичних

явищ; пошуку інформації, необхідної для розв'язання поставлених завдань; самостійної домашньої роботи з віртуальним обладнанням і перевірки одержаних результатів у реальних умовах; процесу формування інтелектуальної, інформаційної, дослідницької культури; рефлексивного управління власною діяльністю; набуття досвіду творчої діяльності; 3) допомогти вчителю забезпечити організацію навчального процесу відповідно до вимог програми з фізики та сучасних тенденцій розвитку школи; реалізувати рівневий підхід до виконання лабораторних робіт; активізувати учнів під час вивчення фізики; розвинути в учнів інтерес до дослідницької діяльності та створити умови для формування експериментальних і загальнонавчальних умінь.

При виконанні роботи “Дослідне підтвердження закону Бойля-Маріотта” (рис. 2.27) учням зазначалося, що при вимірюванні рівень рідини у трубці має бути на рівні очей, пояснювалися умовні одиниці вимірювання, повторювався навчальний матеріал про атмосферний та гідростатичний тиск. Педагогічний експеримент довів, що вказана лабораторна робота обов'язково потребує реального експерименту, так як у запропонованій комп'ютерній моделі ціна поділки вимірної лінійки не відповідає вимогам роботи. Позитивним у цій програмі є наявність питань для закріплення у вигляді тесту з подальшим оцінюванням відповідей учнів.



Рис. 2.27

Усі лабораторні роботи фізичного практикуму мають ознайомлювальний характер і дозволяють пояснити хід роботи в індивідуальному режимі. Лабораторна робота “Визначення коефіцієнту лінійного розширення твердого тіла” складена на

основі обладнання, яке у більшості середніх навчальних закладах відсутнє.

Аналіз комп'ютерних програмних засобів (“Відкрита Фізика”, “Фізика в Картинках”, “Активная физика”, “Живая физика”, “1С: Репетитор. Фізика” та ін.), показує, що незважаючи на велике різноманіття існуючих комп'ютерних навчальних програмних засобів, вони переважно орієнтовані на індивідуального споживача та самостійне вивчення фізики учнем.

Найбільш методично спрямованими, із зарубіжної продукції, нами визначені мультимедійні курси «Відкрита Фізика 2.5» та “Фізика в картинках”, які призначені для учнів загальноосвітніх закладів – середніх шкіл, гімназій, коледжів (дод. П.1).

З метою організації індивідуальної самостійної роботи учням пропонувалися рівневі завдання для роботи з інтерактивними моделями (дод. П.2):

1. Ознайомлюючі завдання (п). Такі завдання давали змогу учням ознайомитися з призначенням моделі, містили інструкцію для управління моделлю та контрольні запитання.
2. Комп'ютерні експерименти (с). Учням пропонувалося провести декілька простих експериментів з використанням даної моделі й відповісти на контрольні запитання.
3. Експериментальні завдання (д). Завдання, в яких вимагалось від учня скласти план і провести комп'ютерні експерименти.
4. Творчі експериментальні завдання (в). Учні самостійно складали завдання, розв'язували їх, виконували комп'ютерні експерименти.

Наприклад, фрагмент уроку “Наслідки першого закону термодинаміки” з використанням інтерактивної моделі “Адіабатний процес”[138]. Навчальний матеріал розглядався у такій послідовності: 1) досліди з приладом “Повітряне кресало”; 2) застосування першого закону термодинаміки до адіабатного процесу; 3) графік адіабатного процесу; 4) пояснення явищ природи (утворення хмар, опади), практичне використання (дизельні двигуни). Застосування першого закону термодинаміки до адіабатного процесу та його графік аналізувався за комп'ютерною моделлю процесу.

Модель призначена для вивчення адіабатного процесу, тобто процесу квазістатичного розширення або стиснення ідеального газу, що знаходиться в

посудині з теплоізолюваними стінками (рис. 2.28). На екран виводився графік залежності $p(V)$ для адіабатичного процесу, енергетична діаграма роботи газу (A) і зміни його внутрішньої енергії (ΔU). Зверталася увага учнів, що при адіабатному процесі газ виконує роботу (додатню чи від'ємну) лише за рахунок зміни його внутрішньої енергії. Теплообмін з оточуючими тілами відсутній.

Детальна інструкція вказаного процесу дозволяла старшокласникам самостійно розібратися з інтерактивною моделлю:

1. Відкрити у розділі “Молекулярна фізика та термодинаміка” вікно моделі “Адiabатний процес”.
2. Визначити, що зображено у вікні моделі, які параметри змінюються у ході експерименту.
3. Натиснути кнопку “Вибір” і задати температуру. Для цього необхідно підвести стрілку курсора за допомогою “мишки” до трикутників поруч зі шкалою температур і встановити будь-яку температуру у вказаних межах, шляхом натиснення на один з трикутників.
4. Натиснути кнопку “Старт” і спостерігати за тим, що відбувається на екрані.
5. Вибрати іншу температуру і повторити експеримент.
6. На панелі знайти знак тексту і подвійним натисненням “миші” на ньому увійти у теоретичний матеріал. Прочитати його.
7. Підготувати звіт про роботу з моделлю.

Для закріплення набутих знань учні одержували індивідуальну картку з різнорівневими завданнями:

1 (п). Нехай 1 моль ідеального газу стискується адіабатно від об'єму $V_1 = 40 \text{ дм}^3$ до $V_2 = 20 \text{ дм}^3$. Початкова температура $T_0 = 300 \text{ К}$. Реалізувати цей процес за допомогою комп'ютера. Визначити різницю тисків $\Delta p = p_2 - p_1$.

2 (с). За допомогою комп'ютерної моделі визначити величину тиску при $V = 20 \text{ дм}^3$ і початковій температурі $T_0 = 300 \text{ К}$ при стисненні й розширенні газу. Порівняти ΔU і A за діаграмою.

3 (д). І. Виконати комп'ютерний експеримент адіабатного стиснення при початковій температурі 300 К . Виписати величини тиску і об'єму при цій температурі. Графік

перенести у зошит. Вважаючи початкові дані за величини, що описують початковий стан системи, зобразити ізотерму при 300 К і порівняти її з адіабатою. Зробити висновок.

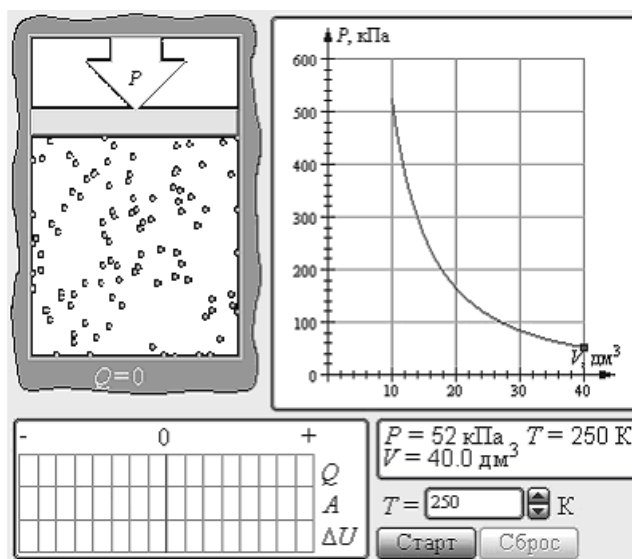


Рис. 2.28. Інтерактивна модель “Адіабатний процес”

II. Виконати комп’ютерний експеримент адіабатного розширення, починаючи відлік зі значення температури 753 К. (Величина температури за режимом “Вибір” 300 К). Виписати величини тиску і об’єму при цій температурі. Графік перенести у зошит. Вважаючи початкові дані за величини, що описують початковий стан системи, зобразити ізотерму при 753 К і порівняти її з адіабатою. Зробити висновок.

4 (в). Виконати завдання 3 (д) і порівняти одержані результати. За графіками зробити висновок про роботу ізотермічного і адіабатного процесів. Дослідити за допомогою комп’ютерної моделі, чи перетинаються адіабати між собою.

На завершення уроку учні самостійно знаходили в мережі Інтернет відомості про утворення хмар, опадів та пояснення їх з фізичної точки зору.

Встановлено, що комп’ютерна модель адіабатного процесу дозволяє зобразити тепловий рух молекул і пояснити його на основі МКТ. Недоліком цієї інтерактивної моделі є неможливість зобразити адіабатний та ізотермічний процес в одній системі координат. Порівняння ізотермічного та адіабатного процесів за графіками при стисненні та розширенні газу за допомогою комп’ютерної моделі дає можливість виявити різницю між ними: тиск газу при адіабатному розширенні зменшується за

рахунок збільшення об'єму і охолодження газу, при ізотермічному процесі – температура стала; газ при адіабатному розширенні виконує меншу роботу, ніж при ізотермічному розширенні; при адіабатному стисненні газу тиск зростає швидше, ніж при ізотермічному, тому що зменшується об'єм і нагрівається газ; робота зовнішніх сил при адіабатному стисненні більша, ніж при ізотермічному. Комп'ютерний експеримент за графічними зображеннями доводить, що адіабати не перетинаються між собою. Вивчення графіка адіабатного процесу на такому рівні сприяє розумінню циклу Карно і принципа роботи ідеальної теплової машини.

Підготовка лабораторних робіт за інтерактивними моделями здійснювалася за планом: 1) скласти теоретичні відомості до лабораторної роботи; 2) підготувати контрольні питання; 3) розробити дидактичний матеріал: а) інструкцію для роботи з інтерактивною моделлю; б) задачі, для розв'язування яких необхідно провести комп'ютерний експеримент і перевірити одержаний результат (дод. П.3). При розробці завдань враховувався різний рівень засвоєння знань учнів. Такий підхід забезпечував умови особистісно орієнтованого навчання.

Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в навчальний процес додало їм нового функціонального значення: 1) проведення консультацій з складних тем і наукових проблем; 2) створення і нарощування навчальних банків даних і знань; 3) забезпечення індивідуалізації процесу навчання; 4) пошук необхідних знань в інформаційних телекомунікаційних мережах для поглиблення наукових основ молекулярної фізики.

На нашу думку, з сучасних графічних редакторів, програмний пакет Microsoft PowerPoint найбільш зручний для користування в процесі навчання, оскільки відрізняється простотою застосування і найдійністю в роботі. Вказана презентаційна програма дозволяла при формуванні елементів знань розділу “Молекулярна фізика” подавати навчальну інформацію у різних формах (фрагменти відеофільмів, анімації, малюнки, фотографії, схеми і т.д.). Враховуючи індивідуальні особливості учнів класу, вчитель мав можливість пояснювати навчальний матеріал відповідно до їх рівня засвоєння знань (поетапне моделювання на екрані монітора послідовності викладу інформації, побудова структурно-логічних схем з розширенням та

спрощенням логічних зв'язків між елементами знань і т.д.).

Вдале поєднання тексту та наочності, виокремлення певних логічних відношень між поняттями, узагальнення та систематизація знань, розширення навчальної інформації дали змогу учням осмислювати та поглиблювати свої знання. Крім цього, вони мали можливість самостійно готувати презентаційні проекти (дод. П.4), здійснювати дистанційне навчання (дод. П.5), опрацьовувати результати наукових досліджень чи фізичних експериментів за допомогою програми Excel (дод. П.6).

На основі сказаного нами зроблені висновки:

1. Нові інформаційно-комунікаційні технології дозволяють подавати навчальний матеріал у різних формах і навчати учнів в інтерактивному режимі роботи в системі “учень – програмне середовище – вчитель”, що позитивно впливає на їх якість знань і стимулює до освітньої діяльності, забезпечує саморозвиток, самовираження і самосвіту.
2. При використанні нових інформаційних технологій навчання зростали можливості індивідуальної роботи з урахуванням особистісних психофізіологічних особливостей учня: 1) реалізовувались умови диференційованого вивчення навчального матеріалу; 2) забезпечувалося об'єктивність контролю, можливість реалізації суб'єктивного стилю спілкування, що особливо важливо для учнів з уповільненим темпом сприймання і засвоєння навчального матеріалу; 3) на основі інформації мережі Інтернет залучались до інформаційної культури суспільства.
3. Застосування інформаційних технологій навчання сприяли: 1) активній навчально-пізнавальній діяльності учнів; 2) зростанню емоційності сприймання матеріалу за рахунок наочності, кольорового зображення, графіки, мультиплікації; 3) розвитку творчого мислення шляхом експериментування, пошуку зв'язків між новою і старою інформацією, встановлення зв'язків між елементами знань в межах певної системи, залучення до пошуку відповідей на поставлені запитання, самостійного опрацьовування навчального матеріалу; 4) формуванню абстрактного мислення за допомогою демонстрацій моделей, схем, діаграм та умінь аналізувати, порівнювати, узагальнювати; 6) вихованню культури самоорганізації.

2.7. Фізичний експеримент з молекулярної фізики та термодинаміки за умов особистісно орієнтованого навчання

Фізичний експеримент посідає особливе місце в структурі уроку фізики. Система демонстраційних і домашніх дослідів, експериментальних задач, фронтальних лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму виступає потужним активізуючим фактором усіх когнітивних процесів в учнів, слугує джерелом знань про фізичні явища та критерієм істини, здобутої за допомогою теоретичних методів пізнання. Завдяки навчальному фізичному експерименту ефективно здійснюється діяльнісний підхід до вивчення фізики і дидактично забезпечується процесуальна складова навчання фізики.

Демонстраційний експеримент виступає наочністю фізичних процесів, тому за умов особистісно орієнтованого навчання залишається важливим засобом формування елементів знань. Для демонстраційних дослідів суттєвим є експериментальне відтворення (або моделювання) фізичних явищ і процесів, що вивчаються, ілюстрація діючих моделей, механізмів, приладів, вимірювання основних фізичних величин, характеристик та оцінка параметрів досліджуваних об'єктів, встановлення взаємозалежностей між ними.

У методичній літературі широко висвітлюються питання демонстраційного фізичного експерименту з молекулярної фізики [43, 77, 314, 168]. Нами досліджено, що частина демонстраційних експериментів, які описуються у посібниках О.В. Пьоришкіна [196, 225], Л.І. Резнікова [230], І.І. Соколова [259], і дотепер практично без змін використовуються у сучасних методиках навчання: пояснення наявності сил притягання на основі плиток Йогансона, свинцевих циліндрів, скляної пластинки і води, адіабатного процесу, капілярних явищ, вимірювання вологості повітря волосяним гігрометром, психрометром Августа, утворення мильної плівки та ін.

У роботах О.А. Покровського, В.О.Бурова, Б.С. Зворикіна [77] демонстраційний експеримент набував подальшого розвитку і доповнився дослідом з використанням сильфона для вивчення властивостей газів (прилад С.Л. Калімуліна), моделлю броунівського руху, дослідом Плато, моделями парової машини і турбіни.

У посібниках М.С. Шульги, Б.Ю. Миргородського, В.К. Шабалю, М.М. Шамаєва, В.Ф.Шилова [314, 168, 312] особливе місце відводиться методу моделювання, на основі якого розроблені демонстрації: механічна модель ідеального газу, деформацій твердого тіла, модель молекулярного руху з електромагнітами, моделювання досліду Штерна за допомогою обертового диска та сірників, саморобного приладу з жерстяними циліндрами, анізотропії механічних властивостей, моделі, що ілюструють принципи дії теплового двигуна та ін.

На сучасному етапі певна кількість дослідів застаріла, в зв'язку з розробкою більш ефективних комп'ютерних моделей (броунівський рух, ідеальний газ, механізм тиску газів, дослід Штерна та ін.), або передбачають використання ртуті та ефіру, які заборонено (дослід Авенаріуса, наближене визначення маси молекули ідеального газу, сталої Больцмана, адіабатне стискання в "повітряному кресалі", властивості насиченої і ненасиченої пари та ін.), тому замінені відеофрагментами та анімаційними моделями в електронному посібнику [179].

При проведенні педагогічного експерименту виявлено, що дослід з сільфоном виконують 5 % учителів. Педагоги пояснюють це складністю постановки дослідів, не завжди вдалим результатом, відсутністю або пошкодженням приладів.

Залежно від змісту діяльності учнів навчальний фізичний експеримент може бути: а) репродуктивний; б) частково-пошуковий; в) дослідницький [209]. Кожний із цих видів навчального фізичного експерименту займає своє місце в системі уроків з молекулярної фізики і має межі застосування в навчальному процесі. Репродуктивний експеримент нами використовується:

а) під час попереднього ознайомлення учнів з фізичним явищем або в процесі підтвердження їхнього повсякденного досвіду (наприклад, теплопровідність тіл, дослід, що ілюструють явища дифузії, змочування, капілярності);

б) при вивченні технічних пристроїв та їх моделей (наприклад, вивчення принципу дії теплових двигунів);

в) при виконанні лабораторних робіт або на етапі закріплення навчального матеріалу (наприклад, вимірювання відносної вологості повітря, закон Бойля – Маріотта).

Частково-пошуковий експеримент вимагає особливої організації пізнавальної

діяльності учнів, коли за незначної допомоги вчителя учні встановлюють закономірності природи або характерні риси фізичного явища (порівняння кількості теплоти при змішуванні води різної температури, властивості насиченої пари), вивчають певний спосіб вимірювання фізичної величини після ознайомлення з фізичними явищами, закономірностями, поняттями, а також у фізичному практикумі, який має важливе значення для закріплення та усвідомлення знань (вимірювання молярної газової сталої методом порівняння двох станів газів та методом вимірювання об'єму й тиску пари рідини).

Під час проведення дослідницького фізичного експерименту старшокласники повинні мати високий рівень пізнавальної самостійності та володіти відповідними знаннями та практичними навиками, які дозволяють інтерпретувати одержані результати і робити необхідні висновки. Даний вид експерименту застосовувався під час узагальнення і систематизації знань та в процесі вивчення нового навчального матеріалу, коли учні встановлювали певну закономірність чи закон. Наприклад, дослідження залежності між тиском, об'ємом і температурою газу (дод. Р.1).

У системі навчального фізичного експерименту особливе місце належить *фронтальним лабораторним роботам і експериментальним завданням* (дод. Р.2). За умов особистісно орієнтованого навчання названі види експерименту дозволяють поєднати навчання і вчіння, сприяють розвитку пізнавальної активності, творчих здібностей та самостійності.

На нашу думку, для того, щоб лабораторні роботи чи експериментальні завдання виявились для учнів цікавими і посильними, в описі мають бути виділені рівні складності. Наприклад, лабораторну роботу фізпрактикуму “Вимірювання поверхневого натягу рідини” запропонувати учням виконати різними способами, а потім порівняти одержані результати.

1. (в) Завдання в загальному вигляді

Вимірювання поверхневого натягу води методом відривання петлі

Обладнання: 1) динамометр; 2) штатив; 3) вода; 4) лінійка; 5) дротяна петля.

2. (д, с) Завдання з вказівками, які допомагають учням самостійно виконувати роботу.

Вимірювання поверхневого натягу води методом відривання крапель

Обладнання: 1) мензурка (терези, набір різноважок), 2) штангенциркуль (мікрометр), 3) посудина з водою (дистильованою), 4) трубка з краном і скляним наконечником (пляшка від кетчупа чи ліків), 5) набір склянок, 6) штатив.

Вказівки до роботи

1. Налити у пляшку стільки води, щоб при перевертанні догори дном з неї не витікала вода. Стискаючи пляшку, повільно накапати в мензурку 100 – 120 крапель води.
 2. Виміряти діаметр отвору пляшки.
 3. Обчислити значення коефіцієнта поверхневого натягу, відносну та абсолютну похибки.
 4. Скласти таблицю для запису даних вимірювань і обчислень.
 5. Порівняти кінцевий результат з табличним значенням.
 6. Дослід повторити кілька разів, змінюючи число крапель та температуру води.
- Виконати дослід з іншою речовиною. Зробити висновки.

3. (п, с) Завдання з докладним описом послідовності виконання роботи.

Вимірювання поверхневого натягу води методом піднімання рідини в капілярі

Обладнання: 1) дві скляні пластинки, 2) посудина з водою, 3) штангенциркуль, 4) дрiт (гума).

$F_{\text{ни}} = 2\sigma l$ (множник 2, бо вода дотикається двох пластини)

$$F_{\text{тяж}} = mg, \quad m = \rho V, \quad V = \rho dlhg$$

Умова рівноваги для води, що знаходиться між пластинками:

$$2\sigma = \rho dlhg. \text{ Звідки}$$

$$\sigma = \frac{\rho g d h}{2} \quad (2.1).$$

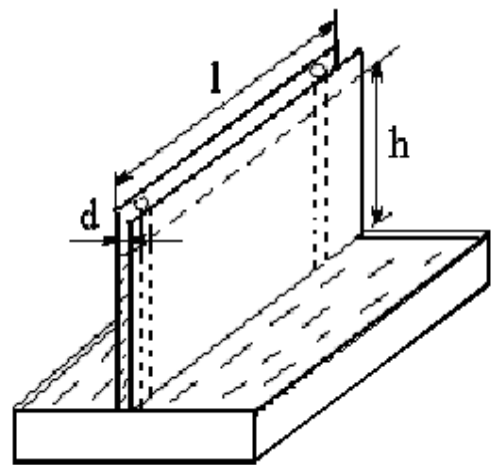


Рис. 2.29

Послідовність виконання роботи

1. Для того, щоб скляні пластинки були паралельні, розмістити між ними куски дроту і зафіксувати за допомогою скотча.
2. За допомогою штангенциркуля виміряти розмір отвору між пластинками (d).
3. Опустити пластинки у посудину з водою і лінійкою виміряти висоту піднімання рідини між пластинками.
4. Обчислити поверхневий натяг води за формулою (2.1).
5. Повторити вимірювання кілька разів і знайти середнє значення. Результати вимірювань записати у таблицю 2.1.

Таблиця 2.1

Результати лабораторної роботи

№ досліду	$\rho, \text{кг} / \text{м}^3$	$d, \text{м}$	$h, \text{м}$	$\sigma, \text{Н} / \text{м}$	Абсолютна похибка $ \Delta\sigma = \sigma_{\text{сер}} - \sigma$	Відносна похибка $\varepsilon = \frac{ \Delta\sigma_{\text{сер}} }{\sigma_{\text{сер}}} 100\%$

6. Порівняти знайдені значення з табличними і зробити висновок.

У зв'язку з актуальністю інтерактивних методів навчання перевірку виконання роботи здійснити учням, що мають достатній та високий рівень засвоєння знань. Це забезпечить їм ознайомлення з різними способами визначення поверхневого натягу.

Додаткові запитання та завдання:

1. (п) Виконати дослід і пояснити, чому змащена жиром голка плаває на воді?
2. (с) Дослідити, які відбудуться зміни, якщо з одного кінця між пластинками залишити щілину, а інші кінці щільно притиснути (варіант 3).
3. (д) Скляну пластинку підвісити до динамометра. Після цього нею доторкнутися до поверхні рідини (спирту і води) і потім відірвати від неї. Для якої з рідин динамометр покаже в момент відривання більшу силу? Чому?
6. (в) Дослідити залежність поверхневого натягу води від домішок. Чи можна результати дослідження використати у житті людей? Як впливають пральні порошки на поверхневий натяг води?

Домашнє завдання: 1. (п, с) Визначити поверхневий натяг води за допомогою

капіляру у вигляді трубки (наприклад, стержень від ручки) та (д) дослідити його залежність від температури. 2. (д, в) Самостійно ознайомитися з методом визначення поверхневого натягу – *методом капілярних трубок*. Взяти два капіляри різних радіусів і за різницею висот підняття рідини визначити коефіцієнт поверхневого натягу ($\sigma = \frac{r_1 r_2 (h_2 - h_1) \rho g}{2(r_1 - r_2)}$). Порівняти з одержаними на уроці результатами.

3. (с, д) Зобразити обладнання досліду та скласти алгоритм роботи до лабораторної роботи про визначення поверхневого натягу методом відривання кільця. 4. (д,в) На яку висоту піднімається змочуюча рідина в капілярі, якщо посудина з рідиною, куда опускають капіляр, буде знаходитися в невагомості? 5. (в) Оцінити діаметр змазаної жиром голки, що “лежить” на поверхні води.

Кількісне співвідношення між усіма названими видами навчального фізичного експерименту не можна визначити нормативно, оскільки на їх вибір впливає багато чинників (відповідність обраного рівня самостійності учнів меті уроку, підготовленість їх до сприймання навчального матеріалу на відповідному рівні, зміст досліду й уміння вчителя забезпечити на уроці належний рівень пізнавальної активності учнів та ін.). У виборі конкретного виду експерименту вчителю доцільно брати до уваги, що демонстрація, лабораторна робота чи дослід, з одного боку, повинні забезпечити виконання програмних вимог до експериментальної підготовки учнів на певному освітньому рівні, з іншого боку, розвивати в учнів готовність сприймати навчальний матеріал на оптимальному для них за пізнавальними можливостями рівні активності.

У 10 класі відбувається ознайомлення учнів зі структурою наукового експерименту, формуються усі операції, що входять до складу діяльності для його проведення [296]. Для мотивації навчання учням зазначалося, що експеримент відіграє важливу роль в різних галузях практики і володіння методикою його виконання є однією з характеристик компетентності спеціаліста.

У процесі проведення досліджень учні вчилися формувати мету дослідження, обирати адекватні методи і засоби дослідження, планувати і здійснювати експеримент, обробляти його результати і робити висновки. Завдання дослідницького

характеру розвивали ініціативу учнів, привчали їх до самостійної пошуково-творчої діяльності (дод. Л.5).

Одним з аспектів особистісно орієнтованого навчання є *опора на життєвий досвід учнів*, тому нами використовувалися експериментальні завдання, задачі-спостереження, які містили відомі їм факти і вимагали пояснень з фізичної точки зору, мали практичну спрямованість змісту і методів виконання. Педагогічний експеримент довів, що такий підхід викликає бажання в учнів пізнати сутність спостережуваних явищ [276, 279].

За умов профільності загальноосвітніх навчальних закладів фізичний експеримент вимагає міжпредметного поєднання знань, певної специфіки відповідно обраному профільному напрямку та надпредметний рівень (здатність завдань переносити знання учнів у нові нестандартні ситуації для розв'язування цілого класу задач) (див. дод. Р.2).

Аналізуючи тематику демонстрацій у методичних посібниках нами встановлено, що технологічному напрямку профілізації відповідають такі демонстраційні досліди: “Принцип будови і дії холодильника”, “Використання дифузії для автоматичної сигналізації”, “Порівняння теплопровідності металів та полімерів” [314], “Демонстрування принципу флотації”, “Роль капілярності в техніці” [312], „Дослідження структури і механічних властивостей металів” [168].

Досліди “Роль капілярності в природі” [168], “Модель високомолекулярних з'єднань”, “Зміна концентрації молекул повітря в полі сили тяжіння залежно від висоти”, “Дифузія газів через пористу перегородку”, “Передача енергії внаслідок конвекції в газах та рідинах”, “Утворення туману на іонах” [314] доцільно розглядати в класах природничого напрямку профілізації.

Проведений педагогічний експеримент підтверджує, що моделі молекул, зразки монокристалів та полікристалів, демонстрація крихкості, пружності, міцності твердих тіл, наявності поверхневого натягу рідини та ін. сприяють розумінню елементів знань на основі візуального пояснення. Дослідження залежності висоти підняття рідини в капілярах від його діаметра, поверхневого натягу від температури, домішок, явища кипіння від атмосферного тиску на основі експерименту дають

зможу формувати знання учнів без складних математичних формул, що особливо актуально для учнів “гуманітарного” типу мислення.

На основі вище сказаного нами зроблені висновки:

1. Для підвищення рівня успішності, формування узагальнених експериментальних умінь, посилення мотивації навчання та пізнавальної активності в здобутті знань доцільно залучати учнів до активних форм роботи з навчальним матеріалом, до збільшення кількості експериментальних дій та операцій, які виконуються учнем самостійно.

Фізичний експеримент дозволяє урізноманітнити процес навчання, забезпечує діяльнісний підхід з урахуванням індивідуальних особливостей школярів та здійснення рівневої диференціації навчання, що є актуальним для особистісно орієнтованої технології.

2. Поєднання нових інформаційних технологій із традиційними методами фізичного експериментування сприяє проведенню навчально-пізнавальної діяльності учнів на сучасному рівні інформаційного розвитку суспільства.

3. Фізичний експеримент з молекулярної фізики як органічна складова методичної системи навчання забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистісного досвіду експериментальної діяльності. На його основі відбувається залучення учнів до наукового пошуку, висвітлення логіки наукового дослідження.

4. Результати педагогічного експерименту вказують на необхідність удосконалення фізичного експерименту:

- 1) поєднання демонстрування мікропроцесів з індивідуальним спостереженням чи виконанням лабораторних робіт; реальний експеримент з комп'ютерними анімаційними моделями та відеофільмами;
- 2) запровадження електронних, цифрових засобів вимірювання та комп'ютерних технологій;
- 3) надання учням інформації про нові технології, матеріали, методи дослідження;
- 4) доповнення дослідями і завданнями профільного (прикладного, професійного) спрямування, міжпредметного та інтегративного характеру;
- 5) здійснення диференціації експериментальних завдань за складністю.

Висновки до розділу 2

1. Визначені за допомогою структурно-логічного аналізу відношення між елементами знань дозволили внести корективи у зміст та структуру навчального матеріалу з молекулярної фізики. Запропоновані такі удосконалення методики навчання молекулярної фізики: 1) ознайомлення учнів з термодинамічним та статистичним методами вивчення фізичних явищ як загальних наукових методів пізнання; 2) пояснення становлення наукової системи знань у вигляді теорії на основі системно-структурного та історико-методологічного підходів; 3) застосування фундаментальних ідей при формуванні елементів знань розділу; 4) генералізація знань навколо наскрізних; 5) інтеграція знань природничо-наукового циклу навчальних предметів загальноосвітніх навчальних закладів; 6) досягнення та практичні впровадження нових наукових знань з молекулярної фізики.

2. Застосування ідей симетрії та збереження слугує тією дидактичною основою, яка дає змогу розширити можливості учнів при одержанні нових знань і сприяє глибокому розумінню ними фундаментальних закономірностей природи.

3. Запропонована технологія встановлення міжпредметних та внутрішніх зв'язків на основі системного підходу дозволяє здійснити інтеграцію знань з фізики і суміжних предметів, перебудувати зміст молекулярної фізики та надати йому певного профільного напрямку. Стиль викладання навчального матеріалу, методи його опрацювання та способи подання мають відповідати психофізіологічним особливостям учнів профілю та меті вивчення фізики.

4. В зв'язку з особистісною орієнтацією навчання набувають актуальності методи, які відповідають пізнавальним інтересам учнів. Врахування властивостей нервової системи школярів та формально-динамічних проявів у поведінці учнів дають змогу знаходити адекватні прийоми роботи. Формування чіткої системи знань кожної теми згідно рівнів складності (початковий, середній, достатній і високий) дозволяє в основу дидактичної схеми навчання покласти орієнтованість на оптимальні індивідуальні результати навчально-пізнавальної діяльності.

РОЗДІЛ 3

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1. Організація педагогічного експерименту

Для перевірки гіпотези дослідження нами проведений педагогічний експеримент у три етапи: 1) констатуючий; 2) формуючий; 3) контрольний (рис. 3.1). Наукова гіпотеза дисертації зводиться до того, що за умови застосування методики навчання молекулярної фізики на основі системного підходу та особистісно орієнтованої технології відбудеться підвищення якості засвоєння знань і умінь, рівня навчальних досягнень учнів з молекулярної фізики та усвідомлення ними своєї особистісної й професійної значущості. Головними завданнями педагогічного експерименту були:

1. Підтвердження необхідності створення та застосування дидактичної системи з молекулярної фізики та її методичного забезпечення на основі системного підходу та особистісно орієнтованої технології.

2. Перевірка гіпотези про результативність реалізації у педагогічній практиці методики навчання та її засобів.

3. З'ясування змін особистісних якостей учнів: проблемне бачення, комунікативність, самостійність, професійна спрямованість, самоаналіз. Знання учнів досліджувались на повноту та міцність засвоєння.

На *першому етапі (1997 – 1998 рр.)* проаналізовано психолого-педагогічну, науково-методичну й спеціальну літературу, навчальні програми [207, 285, 287] і шкільні підручники з молекулярної фізики та термодинаміки [57 – 59, 175, 311]; виконано спостереження за навчальним процесом; вивчено досвід учителів фізики з проблеми дослідження.

На основі якісних методів системного аналізу та формалізованого подання систем здійснено структурування навчального матеріалу розділу “Молекулярна фізика”. У підручниках С.У. Гончаренка [57 – 59] виділено 364 елементи знань для класів гуманітарного профілю, 488 елементів знань – для класів природничого профілю.

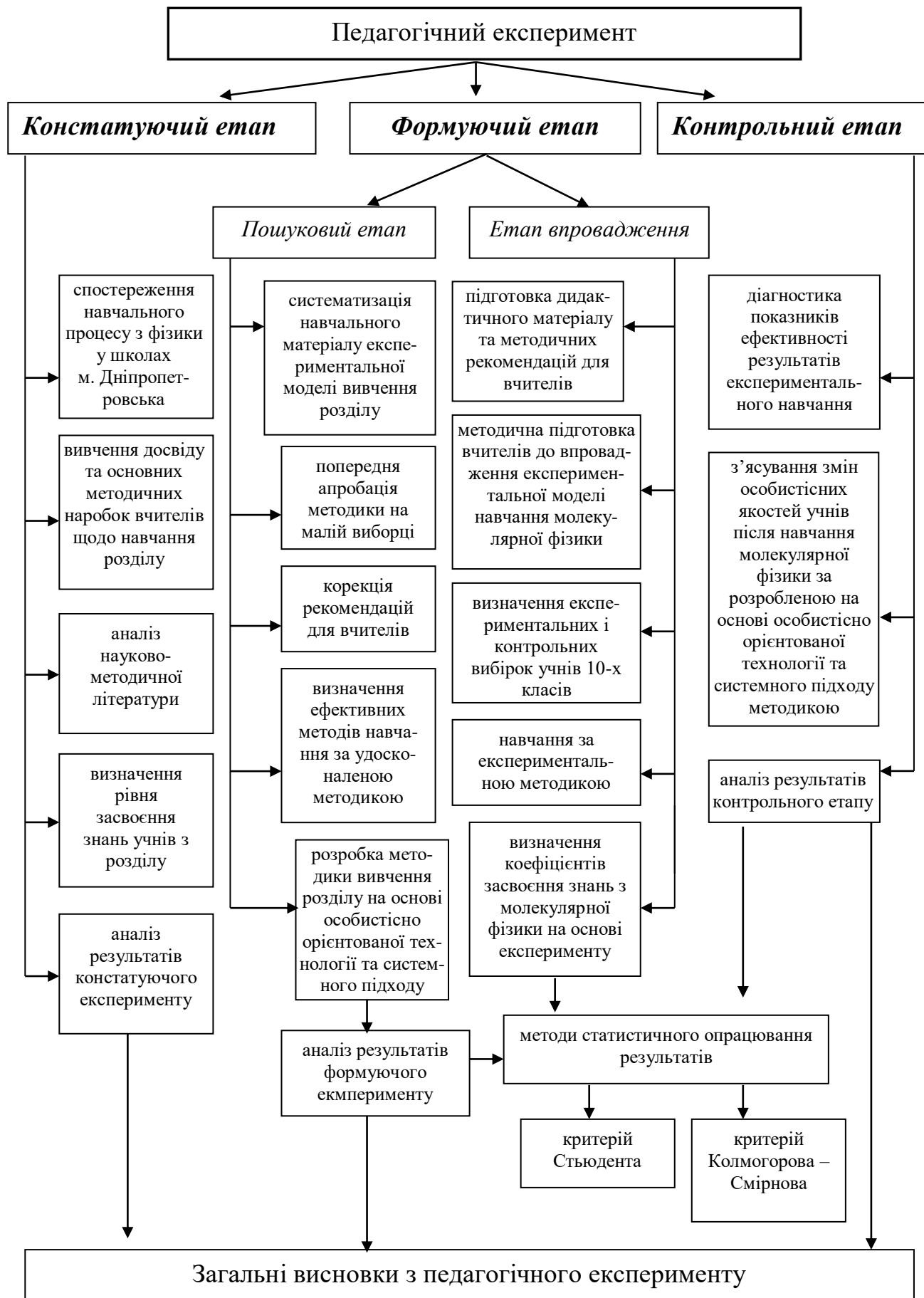


Рис. 3.1. Схема організації педагогічного експерименту

Дослідження структури знань учнів виконано на основі аналізу усних та письмових відповідей школярів: обчислювалися коефіцієнти засвоєння знань учнів і будувалися структурно-логічні схеми. Поелементний аналіз знань дозволив зафіксувати проміжні досягнення учнів, виявити відсутність зв'язків у логічній структурі знань та спланувати подальшу роботу для їх коригування.

За спостереженнями навчального процесу з фізики виділені методи і засоби педагогічної практики, які застосовують учителі під час навчання молекулярної фізики, та досліджено їх вплив на формування знань, умінь, навичок учнів. Виокремлено елементи знань, які не розглядаються, пояснюються на основі демонстраційного чи фронтального експерименту, вивчаються за підручником самостійно.

Для статистичної перевірки використаний *критерій Стьюдента*. Об'єм виборки обчислений за законом достатньо великих чисел [46]: $n = \frac{t^2 pq}{\varepsilon^2}$, де n – об'єм виборки, t – коефіцієнт Стьюдента, p – ймовірність правильних відповідей, q – ймовірність неправильних відповідей, ε – гранична помилка. При граничній похибці $\varepsilon = 0,05$ ймовірність $P_t = 0,95$, коефіцієнт Стьюдента $t = 1,96$. Розрахунок показує, що для одержання статистично значимих і достовірних результатів за умови $p = q = 0,5$, необхідно отримати не менше 384 відповідей. До констатуючого експерименту було залучено 1098 учнів з 39 класів загальноосвітніх навчальних закладів м. Дніпропетровська та області.

На основі анкетування вчителів, які проходили курси підвищення кваліфікації, було встановлено (дод. С.7): 1) 93 % вважають за необхідне у своїй діяльності звертатися до групових форм роботи, проте тільки 45 % іноді реалізують їх у навчально-виховному процесі; 2) до найскладніших для учнів відносяться такі елементи знань: закони термодинаміки (56 %), вивід основного рівняння МКТ (68 %), середня кінетична енергія (51 %), газові закони (14 %), поверхневий натяг рідини (36 %), визначення вологості повітря при розв'язуванні задач (57 %), робота газу в різних термодинамічних процесах (45 %), побудова графіків ізопроесів (38 %), молекулярно-кінетичний і термодинамічний підхід (68 %); 3) розуміють суть особистісно орієнтованого навчання 24 %; 4) не знайомі з новими програмними засобами навчального забезпечення 57 %.

За результатами констатуючого експерименту зроблені такі висновки (дод. Т.1):

1. На основі аналізу письмових робіт та усних відповідей учнів виявлено, що з 141 елемента знань з молекулярної фізики тільки 52 мають коефіцієнт засвоєння більший за 50 %, що вказує на недостатній рівень якості знань учнів.

2. Контрольні роботи, які пропонувалися вчителями, містили 3 –5 завдань (8 – 15 елементів знань), одне з яких якісна задача або теоретичне питання. Кількість елементів знань та зв'язків у них недостатня для оцінювання засвоєння теми. Складність завдань відповідає середньому та достатньому рівню засвоєння знань.

3. Встановлено, що демонстраційні експерименти вчителі виконують частково (41 % від загальної їх кількості, передбаченої навчальними програмами для загально-освітніх навчальних закладів [207]). Більшість лабораторних робіт проводяться не фронтально, а за демонстраційним зразком. Похибки розраховуються вчителем. При самостійних їх підрахунках тільки 15 % учнів одержують правильну відповідь. Не знайшли належного втілення експериментальні завдання.

4. Практичні застосування теоретичних знань, їх зв'язок з життєвим досвідом старшокласників, розв'язування якісних задач мало реалізуються у навчальному процесі.

5. Структура знань учнів розділу “Молекулярна фізика” адекватна структурі навчального матеріалу, тому недоліки підручника передаються в знання учнів. Зміст навчального матеріалу орієнтується на репродуктивний метод засвоєння знань і мало на логіку пізнавальної діяльності учнів. Елементи знань, які за логічними кроками віднесені до “слабких” (дод.3), за відсутністю часу в учителя, здебільшого розглядаються учнями самостійно або поверхнево без з'ясування усіх причинно-наслідкових зв'язків. Такі компоненти підручника, як задачі у вправах, питання до параграфу, експериментальні завдання, ефективні при умові їх перевірки чи обговоренні. Значна частина вчителів не надають цьому належного значення.

6. Актуалізація опорних знань та чуттєвого досвіду здійснюється на низькому рівні, повторення учнями навчального матеріалу вдома реалізується лише на 7 %.

7. Виявлено, що школярі переважно засвоюють означення основних понять та формули. Елементи знань, які мають у своєму поясненні складні логічні відношення або

міжпредметні зв'язки, оволодіваються учнями недостатньо. За обчисленими коефіцієнтами засвоєння знань з'ясовано, що вищі за інші мають такі елементи знань: дифузія (64,26 %), тепловий рух (61,09 %), теплопередача (58,52 %), кількість теплоти (61,77 %), густина (68,40 %), ізопроеци (63,08 %), шкала Цельсія (81,67 %), випаровування (65,24 %), конденсація (60,13 %), види теплообміну (60,41 %), види деформацій (62,34 %), рівняння стану ідеального газу (61,78 %).

Низькі – зчеплення (16,90 %), лапласівський тиск (16,86 %), рівноважний процес (19,09 %), термодинамічна система (33,31 %), модуль Юнга (29,19 %), в'язкість (8,31 %), переохолоджена рідина (3,48 %), перегріта рідина (6,73 %), діаграма адіабатного процесу (14,05 %), запас міцності (23,24 %), стала Больцмана (28,39 %), кристалічна ґратка (30,41 %), цикл Карно (19,04 %), другий закон термодинаміки (36,42 %); властивості ідеального газу (31,91 %), насиченої пари (26,25 %), кристалічних тіл (32,91 %), аморфних тіл (35,54 %); взаємозв'язок механіки і МКТ (34,33 %), МКТ і термодинаміки (36,39 %), аморфних і кристалічних тіл (30,13 %); закономірності броунівського руху (27,38 %).

Встановлено, що учні не розуміють, а тому не запам'ятовують, графік залежності сили взаємодії від відстані між молекулами, графічне зображення циклу Карно. У них виникають труднощі при вивченні навчального матеріалу про неможливість створення вічного двигуна, критичну температуру, абсолютний нуль.

8. Між елементами знань учнів не в повній мірі встановлена логічна мережа зв'язків, тому рівень узагальнення і систематизації знань недостатній. При викладенні навчального матеріалу з молекулярної фізики вчителі мало приділяють уваги системності знань на рівні теорії. Не можуть перейти на більш високий рівень наукового мислення 17 % учнів .

9. Поширені помилки у математичних розрахунках при обчисленнях результатів лабораторних робіт, переведенні одиниць вимірювання у систему СІ (48 %).

10. Вчителі фізики поверхнево знають про індивідуальні особливості розвитку кожного учня, їх інтереси та здібності. Колектив класу характеризують як ціле, виокремлюючи старшокласників, які мають успіхи в навчанні або низьку

успішність. З психологічними дослідженнями учнів не ознайомлені, тому враховують у навчанні власні емпіричні дані.

11. Виявлено недостатній рівень організації самостійної роботи учнів та диференційованого підходу в навчально-виховному процесі. У старшій школі 33 % школярів пасивно вивчають навчальний матеріал з фізики і мають незадовільний рівень знань.

З 1999 року проводився формуючий експеримент. Він проходив у два етапи: пошуковий і етап впровадження розробленої методики навчання молекулярної фізики на основі особистісно орієнтованої технології.

У ході пошукового експерименту (1999 – 2000 рр.) розроблені методичні рекомендації вивчення розділу “Молекулярна фізика” та елементи дидактичного забезпечення апробовані на малій виборці учнів загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ № 31, 48, 37) м. Дніпропетровська.

Методика навчання молекулярної фізики зазнала таких змін у змісті навчального матеріалу: 1) доповнено загальнонаукові поняття (елементи 3 – 13) та взаємо-зв'язки (елементи 22 – 31) (див. дод. Т); 2) запропоновано означення елементам знань, які відсутні в тексті підручника (переохолоджена рідина, в'язкість, перегріта рідина, молярний об'єм за нормальних умов, запас міцності та ін.); 3) упорядковано послідовність вивчення розділу (МКТ → Термодинаміка → Властивості газів, рідин та твердих тіл); 4) внесено уточнення до пояснень дифузії, броунівського руху, ідеального газу, адіабатного процесу, абсолютного нуля, ізопроесів, роботи газу, законів термодинаміки, агрегатних станів речовини, виведення основного рівняння МКТ (див. розд. 2.1, 2.2); 5) встановлено міжпредметні зв'язки елементів знань: температури, дифузії, властивостей рідини, твердих тіл, законів термодинаміки та ін. (розд. 2.5); 6) подано на новому рівні теоретичні узагальнення елементів знань: теорія (на прикладі МКТ), статистичний та термодинамічний метод, фізичний експеримент, історико-методологічний підхід. Значної уваги приділено ідеям генералізації знань, симетрії, моделювання, спостереження, експериментування, причинності, системності.

Удосконалення змісту проведено з урахуванням закономірностей засвоєння

учнями конкретних елементів знань (див. дод. Б). Логіка викладу та форми подання навчального матеріалу здійснювалися згідно особливостей пізнавальних процесів учнів та вимог рівневого й профільного навчання.

Методи та прийоми навчання відповідали умовам особистісно орієнтованої технології. Хід уроків будувався згідно етапів дидактичного циклу (див. розд. 1.4). На заняттях створювалися особистісно орієнтовані педагогічні ситуації, опинившись в яких учень задумувався над проблемами, пристосовував їх до власних інтересів та потреб, давав критичну оцінку, проявляв творчість, з'ясовував власні ефективні способи навчання (див. розд. 2.3, 2.4).

Психодіагностика школярів психологами загальноосвітніх навчальних закладів допомагала вчителям планувати такі заходи, які були спрямовані не тільки на оволодіння навчального матеріалу, а на розвиток творчих здібностей учня і когнітивних умінь, формування способів дій, що визначаються його індивідуальними особливостями.

Інтенсивність пізнавальної потреби учня вивчалася за методикою “Пізнавальна потреба”, діагностування мотивів пізнавальної активності здійснювалося за методикою “Потрійні порівняння”, особливості інтересів старшокласників виявлялися за анкетною “Що нам цікаво?”[306]). Рівень розвитку поняттєвого мислення визначався за аналізом відношень та виключення понять, логічності. Одержані результати враховувалися під час проведення навчально-виховного процесу з молекулярної фізики.

За результатами експерименту були відкориговані розроблені нами навчально-методичні матеріали для масового впровадження в загальноосвітні навчальні заклади.

На етапі впровадження (2001 – 2004 рр.) – здійснено підготовку вчителів до навчання розділу за розробленою нами методикою, дібрано експериментальні та контрольні класи універсального профілю (787 і 584 старшокласників), проведено комплексний педагогічний експеримент, у процесі якого встановлено доцільність запропонованих заходів оновлення й удосконалення методики навчання молекулярної фізики.

Крім класів універсального профілю, до експерименту були залучені старшокласники фізико-математичного, гуманітарного (ЗНЗ № 37, НВК № 51 м. Дніпропетровська, “Златопільської гімназії” м. Новомиргорода Кіровоградської області),

математично-інформаційного (ЗНЗ № 31), спортивного (ЗНЗ №15) та технологічного (НВК № 51) профілів.

У м. Дніпропетровську спостерігається динаміка кількості профільних класів (дод. Т.5, Т.6). Аналіз мотивів вибору учнями профілів навчання показав, що 58 % учнів керувалися при цьому схильністю до вивчення конкретного циклу предметів, 18 % – віддали перевагу сильному кадровому потенціалу вчителів, 15 % – престижності навчального закладу, 7 % – наполягання батьків.

Психологами шкіл досліджувалась особистісна готовність школярів до профільного навчання за трьома вимірами: 1) соціально-психолого-індивідуальним (психофізіологічна, інтелектуальна, рефлексивна, характерологічна, мотиваційна, комунікаційна готовність); 2) діяльнісним (здатність учня виконувати повноцінну навчальну, продуктивну, творчу діяльність); 3) генетичним (зрілість і сформованість задатків та здібностей по всіх підструктурах особистості).

Для визначення певних орієнтирів щодо профільного навчання використовувався опитувальник професійної спрямованості Д. Голанда [64] та методика “ОДАНІ”[254]). Комунікативні схильності досліджувалися методом В.В. Синявського і Б.О. Федоришина [64]. Подібно до попереднього етапу педагогічного експерименту в дослідницьких класах здійснювалась психодіагностика особистості, результати якої враховувались у навчально-виховному процесі з фізики. Для кожного класу будувалася діагностична карта, згідно якої вчитель використовував форми та методи навчання, планував індивідуально призначені завдання [274].

Зважаючи на успіхи попереднього етапу педагогічного експерименту, методи, прийоми і засоби навчання добиралися відповідно до встановлених внутрішньо-предметних та міжпредметних зв'язків [266 – 279]. Сутність експериментальної методики навчання полягала в залученні учнів до таких видів діяльності, що відповідають психофізіологічним особливостям школярів конкретного профілю і впливають на перебіг когнітивних процесів. Для активізації мислительної діяльності учнів, розвитку різних видів пам'яті та уваги, розширенню обсягу знань учнів, набуттю більш високого рівня узагальнення й систематизації знань, умінь та навичок нами застосувалися СЛС на різних етапах навчально-виховного процесу.

3.2. Результати педагогічного експерименту

На *третьому етапі* (2005 –2006 рр.) – контрольному – результати педагогічного експерименту опрацьовані за допомогою статистичних методів та встановлено ефективність розробленої методики навчання.

В експерименті взяли участь 584 учні, які навчалися за традиційною методикою в класах універсального профілю, 787 – за розробленими методичними рекомендаціями та дидактичними матеріалами. У якості одного з показників ефективності запропонованої методики по відношенню до традиційної використовувався середній показник засвоєння знань при поелементному аналізі письмових робіт та усних відповідей учнів (141 елемент знань).

Коефіцієнти засвоєння знань визначені за формулою:

$$K_3 = p/n, \quad (3.1)$$

де p – кількість учнів, у відповідях яких містився вказаний елемент знань, n – максимально можлива кількість відповідей з цим елементом знань, табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Результати педагогічного експерименту

Класи	Кількість учнів n	Всього елементів знань	Відтворено елементів знань	Середнє значення відтворених учнем елементів знань	$K_3 = \frac{p}{n} 100\%$
Контрольні	584	82344	37302	64	45,30
Експериментальні	787	110967	72539	90	65,37

У якості показників ефективності запропонованої методики по відношенню до традиційної використовувалися: середній показник засвоєння знань K_3 , середньоквадратичне відхилення σ , мода M , медіана Me (табл. 3.2), які обчислювалися за допомогою програми Excel.

Ефективність двох методик навчання учнів досліджувалась на основі виконання завдань двома незалежними виборками учнів достатньо великого об'єму. Значення

середнього показника засвоєння знань, моди та медіани окремо для контрольних і експериментальних класів відповідають умовам використання критерію Стюдента. При цьому висунуто нульову гіпотезу H_0 про відсутність впливу запропонованої методики навчання на рівень засвоєння знань учнів, а відмінності результатів, що спостерігаються, вважаються випадковими.

Таблиця 3.2

Основні характеристики статистичних відхилень

Класи	$K_z, \%$	σ	M	Me
Експериментальні	65,37	12,06	64	64,17
Контрольні	45,30	13,76	45	45,49

Різниця коефіцієнтів засвоєння знань експериментальних і контрольних класів $d = K_{ze} - K_{zk} = 0,2$. Помилка середньої ймовірності правильних відповідей:

$$P_e = \sqrt{\frac{K_{ze}(1-K_{ze})}{n_t}}, \quad P_{pe} = 1,70 \cdot 10^{-2}, \quad P_e = \sqrt{\frac{K_{zk}(1-K_{zk})}{n_k}}, \quad P_k = 2,06 \cdot 10^{-2}.$$

Середня помилка різниці, обчислена за формулою $P_\alpha = \sqrt{P_e^2 + P_k^2}$, дорівнює:

$$P_\alpha = 2,66 \%.$$

Оцінку ймовірності достовірності одержаної різниці знайдено за допомогою

нормального відхилення: $t_\alpha = \frac{K_{ze} - K_{zk}}{P_\alpha}; \quad t_\alpha = 7,55.$

Так як $t_\alpha \gg 3$, то різниця коефіцієнтів засвоєння знань у експериментальних і контрольних класах є істотною й залежить не від випадкових виборок, а від методики навчання молекулярної фізики. Різниця у якості вивчення елементів знань молекулярної фізики в експериментальних і контрольних класах на рівні достовірності 95 %, оскільки критерій Стюдента має значення 7,55. Нульова гіпотеза не підтвердилася.

Оцінка динаміки кількісних показників розподілу учнів за рівнями засвоєння знань учнів показала, що в процесі навчання відбувається їх перерозподіл (рис. 3.2,

рис. 3.3). За результатами впровадженої нами методики рівень знань в експериментальних класах виявилися вищими, ніж у контрольній, що відображено на діаграмах (рис. 3.4).

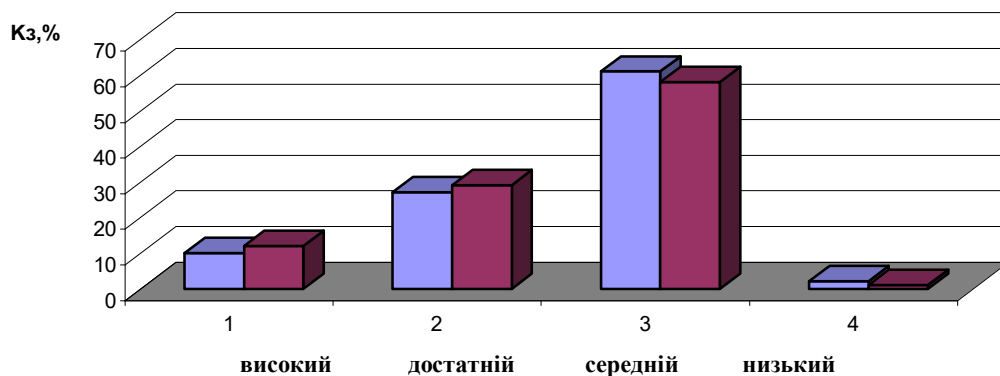


Рис. 3.2. Діаграма розподілу учнів за рівнями засвоєння знань в контрольних класах на початок і кінець вивчення розділу “Молекулярна фізика”

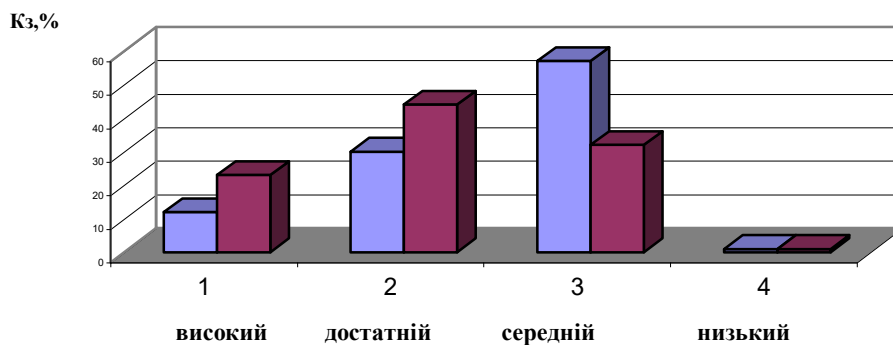


Рис. 3.3. Діаграма розподілу учнів за рівнями засвоєння знань в експериментальних класах на початок і кінець вивчення розділу “Молекулярна фізика”

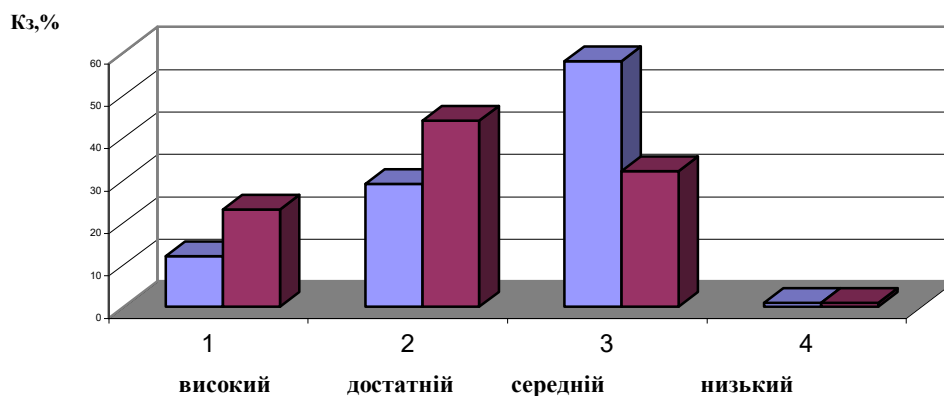


Рис. 3.4. Діаграма розподілу учнів за рівнями засвоєння знань в контрольних та експериментальних класах на кінець вивчення розділу “Молекулярна фізика”

У педагогічному експерименті взяли участь: 88 учнів з класів математично-інформаційного профілю, 61 учень – спортивного профілю, 96 учнів – фізико-математичного профілю та 81 учень – гуманітарного профілю (дод. Т.7, Т.8). Показники засвоєння знань у контрольних класах виявилися такими: універсальний профіль – $K_{з \text{ унів.}} = 45,30 \%$, фізико-математичний профіль – $K_{з \text{ ф-м}} = 53,48 \%$, математично-інформаційний профіль – $K_{з \text{ мі}} = 56,64 \%$, гуманітарний профіль – $K_{з \text{ гум}} = 49,06 \%$, спортивний профілю $K_{з \text{ сп}} = 40,79 \%$ (дод. Т.9).

У проведеному експерименті виконувалися усі необхідні умови для використання критерію Колмогорова – Смірнова [65]. Ефективність двох методик навчання учнів у профільних класах досліджувалась на основі виконання завдань двома виборками учнів.

Перевірці належала гіпотеза $H_0: F(x) = G(x)$, або припущення про однакові функції розподілу коефіцієнтів засвоєння серед учнів, які навчалися за різними варіантами методики навчання з молекулярної фізики.

Альтернативна гіпотеза $H_1: F(x) \neq G(x)$ припускає, що функції розподілу коефіцієнтів засвоєння різні у двох розглядуваних сукупностях учнів.

Статистика критерія нами обчислювалася за формулою: $T_1 = \frac{1}{n} \max |\Sigma f_1 - \Sigma f_2|$.

Кількісні вимірювання результатів педагогічного експерименту в фізико-математичних, математично-інформаційних, гуманітарних та спортивних класах за критерієм Колмогорова – Смірнова наведено в дод. Т.9. Для фізико-математичних класів $T_1 = 0,64$, математично-інформаційних – $T_1 = 0,60$, гуманітарних – $T_1 = 0,56$ та спортивних – $T_1 = 0,44$.

Критичне значення статистики критерія знайдено за формулою:

$$W_{1-\alpha} = \lambda_{\alpha} \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 \cdot n_2}}. \text{ Для } \alpha = 0,05 \text{ і відповідно } \lambda_{\alpha} = 1,36: W_{1-\alpha} = \sqrt{\frac{25 + 25}{25 \cdot 25}} = 0,355.$$

Для всіх профілів правильна нерівність: $T_1 > W_{1-\alpha}$. $T_1 = T_2, T_3 = 0$ згідно статистики критерію [65, с. 111]. За правилом прийняття рішення нульова гіпотеза відхиляється і приймається альтернативна гіпотеза H_1 . Аналіз експериментальних

даних дозволяє уточнити одержаний висновок: учні, які навчалися за рекомендованою методикою дають більше правильних відповідей. Запропонована нами методика ефективніша по відношенню до традиційної.

У нашому дослідженні вивчалися такі типи особистісних якостей учнів: проблемне бачення, комунікативність, самостійність, професійна спрямованість самоаналіз (табл. 3.3). Встановлено, що їх розвиток за розробленою нами методикою має вищі показники змін.

Таблиця 3.3

Порівняльна характеристика розвитку особистісних якостей учнів*

№ п/п	Типи особистісних якостей	Рівень розвитку особистісних якостей (% від загальної кількості учнів)											
		високий			достатній			середній			початковий		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Проблемне бачення	15	17	28	26	26	31	26	30	23	33	27	18
2	Комунікативність	32	34	48	28	27	31	29	32	12	11	7	9
3	Самостійність	24	25	28	25	28	34	16	25	22	35	22	16
4	Професійна спрямованість	27	32	34	36	41	48	29	20	12	8	7	6
5	Самоаналіз	32	35	44	28	28	37	35	31	17	5	6	2

На основі педагогічного експерименту нами визначено, що на початку навчального року в десятих класах 62 % учнів фізико-математичного профілю, 47 % – гуманітарного профілю, 36 % – технологічного профілю вважали фізику цікавим предметом. Серед основних причин зниження інтересу старшокласники назвали такі: насиченість змісту навчального матеріалу новими елементами знань, виникнення труднощів при розв'язуванні задач, нецікаві прийоми подання нової інформації, мало експериментів та комп'ютерних дидактичних матеріалів.

На кінець року рівень зацікавленості до предмету значно зріс: 92 % учнів фізико-

*1 – класи констатуючого експерименту; 2 – контрольні класи; 3 – експериментальні класи

математичного профілю, 57 % – гуманітарного профілю, 66 % – технологічного профілю [276].

Нами досліджувались характеристики знань учнів на міцність та системність. Встановлено, що в експериментальних класах на кінець семестру та навчального року середній коефіцієнт засвоєння знань відповідно знизився на 7,1 % і 11,4 %. У контрольних класах названі показники такі: 20,6 % і 32,4 %. Уміння узагальнювати і систематизовувати знання мають на 52,2 % вищі показники учні експериментальних класів, ніж контрольних.

Порівняльний аналіз кількісних вимірювань дав можливість зробити такі висновки:

1. Різниця у якості вивчення елементів знань молекулярної фізики в експериментальних і контрольних класах суттєва на рівні засвоєння 95% (критерій Стьюдента $t_{\alpha} = 7,55$).

2. Середні квадратичні відхилення у контрольних і експериментальних класах ($\sigma_e = 12,06$ %, $\sigma_k = 13,76$ %) вказують, що на якість виконання письмових робіт випадкові фактори мало впливали. Значення моди в експериментальних класах значно вище, ніж у контрольних, що вказує на відповідну якість знань.

3. Аналіз коефіцієнтів засвоєння навчального матеріалу підтверджує зростання якості знань учнів. Їх різниця у експериментальних і контрольних класах у 50 елементів більша, ніж на 20 %. До них відносяться (у дужках приріст коефіцієнта якості): принципи термодинаміки (23,75 %); загальнонаукові поняття: симетрії (35,94 %), спрямованості (34,11 %), моделювання (30,96 %), імовірності (27,44 %), дискретності (31,53 %), спостереження (28,14 %), експериментування (27,59 %), системності (27,69 %), подібності (25,17 %), причинності (38,01 %); наскрізні поняття: ФКС (25,98 %), збереження (37,85 %), теорії (32,74 %), речовина (27,48 %), ідеальний газ (34,07 %), маса (23,05 %), енергія (21,40 %), взаємодія (22,29 %); взаємозв'язок: механіка і МКТ (20,55 %), МКТ і термодинаміка (25,44 %), аморфних і кристалічних тіл (27,88 %); властивості: ідеального газу (28,14 %), насиченої пари (26,68 %), закономірності: броунівського руху (39,81 %), циклу Карно (26,46 %);

перший закон термодинаміки (21,41 %), другий закон термодинаміки (38,19 %); знання понять: атом (24,85 %), молекула (24,57 %), сили взаємодії (20,35 %), моль (30,04 %), критична температура (20,18 %), кристалічна решітка (28,63 %), термодинамічна система (21,99 %), універсальна газова стала (43,71 %), модуль Юнга (30,32 %), оборотні процеси (26,08 %), стала Авогадро (33,52 %), атомна одиниця маси (24,34 %), рівноважний процес (27,68 %), абсолютний нуль (20,79 %), стала Больцмана (35,02 %).

Для вказаних елементів знань критерій Стьюдента коливається від 7 до 14. Інші елементи знань характеризується коефіцієнтами, які знаходяться у межах $3,7 + 8$ і більші 3. Це вказує про високу ефективність організованого навчально-виховного процесу і надійною достовірністю результатів педагогічного експерименту. Помилка середньої ймовірності правильних відповідей знаходиться у межах $1,66 \pm 2,57$ % і не перевищує прийнятої граничної похибки 5 %.

4. У контрольних класах виявлено, що розподіл учнів за рівнями засвоєння знань залишився практично без змін (10 % – високий, 27 % – достатній, 61 % – середній, 2 % – початковий до експерименту проти 12 %, 29 %, 58 %, 1 % відповідно після експерименту). В експериментальних класах показники змінили своє якісне наповнення: високий та достатній рівень навчальних досягнень (67 %) після експериментального навчання, ніж до його проведення (42 %).

5. Методи та прийоми технології особистісно орієнтованого навчання сприяють розвитку пізнавального інтересу. Використання фізичного експерименту, різноманітна навчальна діяльність, виклад навчального матеріалу з чітким виділенням структурних елементів знань та зв'язків, системне узагальнення підтримують пізнавальний інтерес учнів, знижують їх стомленість і сприяють розвитку когнітивних процесів.

Педагогічний експеримент проводився у різних школах, що дозволило в однаковій мірі проаналізувати навчальний процес в експериментальних і контрольних класах.

Висновки до розділу 3

1. У процесі впровадження розробленої нами методики з'ясовано зміну характеру мотиваційної пізнавальної діяльності школярів та особистісних якостей учнів. На початку експерименту їх мотивація до навчання була зумовлена переважно зовнішніми чинниками. На завершальній стадії формуючого експерименту відбулася переорієнтація мотивації в бік внутрішніх психологічних чинників.

2. Статистичне опрацювання результатів педагогічного експерименту засвідчило, що зміни успішності в опануванні навчального матеріалу молекулярної фізики, системності знань, які були досліджені в експериментальних класах, можна вважати статистично достовірними й такими, що підтверджують висунуту гіпотезу дослідження.

3. В учнів з'явилися нові значущі цілі й мотиви навчання, самоцінні знання й вміння та інші особистісні якості. Школярі почали усвідомлювати для себе значущість учіння та особистісної саморегуляції.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано потребу зміни цілей та змісту навчання фізики відповідно до теоретичних положень нової парадигми освіти, орієнтованої на потреби особистості учня і системне вивчення предмету. Одне з основних положень сучасної психолого-педагогічної науки полягає в тому, що вдосконалення процесу формування і розвитку особистості можливе в умовах особистісно орієнтованого навчання, впровадження якого дозволить поєднати навчання (як нормативної діяльності суспільства) і вчіння (як діяльності, в якій бере участь кожен конкретний учень та досвід виконання якої має значення для окремого школяра). Підвищення рівня успішності, посилення мотивації навчання та пізнавальної активності в здобутті знань вимагає залучення учнів до активної, значущої для них і професійно спрямованої діяльності, яка забезпечить їх розвиток і виховання.

2. Встановлено, що якісне засвоєння знань учнів з молекулярної фізики залежить від змісту та структурування навчального матеріалу. Розкриття змісту з раціональною достатністю та прикладною спрямованістю сприяє реалізації принципів особистісно орієнтованого та профільного навчання. На основі методів системного підходу та технології структурно-логічного аналізу усунуто недоліки у логіці викладення навчального матеріалу.

3. Теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено психолого-педагогічні й методичні умови ефективної організації особистісно орієнтованого навчання. Головними умовами визначено педагогічне забезпечення участі учнів у різних видах діяльності, постійне збагачення досвідом творчості, формування механізму самореалізації особистості та емоційне переживання ними знань і способів діяльності як самооцінювальних. Це передбачає врахування природних нахилів, обдарувань, соціальних й особистісних запитів учня та наявність мотивації учіння.

4. Розроблено методику навчання молекулярної фізики на основі особистісно орієнтованої технології з позицій методологічного аналізу проблем, системно-структурного, історично-генезисного підходів. Доведено, що вивчення молекулярної

фізики за технологією предметно-інтегративної системи на основі логічного упорядкування змісту розділу навколо фундаментальних та наскрізних понять, інтеграції знань профільних предметів та їх системного розгляду покращує не тільки рівень знань учнів, а й озброює школярів методами теоретичного пізнання та загально-науковими способами дій.

5. Створено й апробовано дидактичний матеріал навчання з молекулярної фізики. Встановлено, що впровадження у процес навчання старшокласників досліджень локальних і узагальнених систем, які мають конкретно-змістову, істотно-ієрархічну структуру, та забезпечення умов для відтворення їх у вигляді знань, актуалізує ефективність засвоєння фізичного знання учнями загальноосвітніх навчальних закладів, дозволяє їм переносити ці вміння у нові, нестандартні ситуації, а вчителю планувати навчально-виховний процес, доводити до свідомості з найменшими затратами часу більший обсяг інформації, створювати на уроці умови, за яких учень проявляє якомога більше самостійності та відповідальності.

6. Встановлено, що інформаційно-комунікаційні технології істотно впливають на зміст, організаційні форми подання навчального матеріалу з молекулярної фізики і методи навчання, розширюють межі завдань, забезпечують умови для самостійного здобуття знань учнями в інтерактивному режимі, створюють умови для творчого розвитку учнів, дозволяють впроваджувати нові ідеї з урахуванням вимог сучасності.

7. Експериментальна перевірка методики вивчення молекулярної фізики на основі особистісно орієнтованої технології виявила стійкі тенденції підвищення рівня мотивації та якості знань учнів. Підтверджено, що впровадження вказаної методики сприяє розвитку розумових здібностей учнів та підвищенню рівня їх фундаментальної підготовки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрєєв А.М., Мінаєв Ю.П., Самойленко П.І. Обговорення проекту концепції профільної освіти: проблема оцінювання якості освіти при переході від середньої до вищої школи // Фізика в школах України. – 2003. – № 3. – С. 2 – 4.
2. Анциферов Л.И. Физический практикум. Факультативный курс: Пособ. для учителей. – М.: Просвещение, 1972. – 120 с.
3. Атаманчук П.С. Концепція управління навчально-пізнавальною діяльністю в навчанні фізики // Фізика та астрономія в школі. – 1999. – № 3. – С. 3 – 6.
4. Атаманчук П.С., Кух А.М. Узгодження нормативних критеріїв оцінювання навчальних досягнень учнів з вимогами особистісно орієнтованого навчання // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 1. – С. 17 – 20.
5. Атаманчук П.С. Цільовий підхід до побудови шкільного підручника з фізики // Фізика та астрономія в школі. – 1998. – № 1. – С. 2 – 3.
6. Бабанський Ю.К. Оптимизация учебно-воспитательного процесса.– М.: Просвещение, 1982. – 192 с.
7. Березина Л.Ю. Графы и их применение. – М.: Просвещение, 1979. – 144 с.
8. Беспалько В.П. Теория учебника: Дидактический аспект. – М.: Педагогика, 1988. – 160 с.
9. Бех І.Д. Особистісно зорієнтоване виховання: Наук.-метод. посіб. – К.: ІЗМН, 1998. – 204 с.
10. Бібік Н., Бурда М. Профільна школа: проблеми науково-методичного супроводження // Біологія і хімія в школі. – 2004. – № 6. – С. 2 – 4.
11. Благодаренко Л.Ю. Особистісно-орієнтоване навчання фізики в педагогічних класах: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Націон. пед. ун - т ім. М.П. Драгоманова. – К., 2003. – 20 с.
12. Благодаренко Л.Ю. Технологія проведення уроку фізики в системі особистісно орієнтованого навчання // Наукові записки. – Вип. 51. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2003. – Ч. 1. – С. 89 – 92.

13. Благодаренко Л.Ю., Шут М.І., Мініч Л.В. Методологічна сутність сучасних технологічних моделей навчання // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – Кам'янець-Подільський: К-ПДУ, інформаційно-видавничий відділ, 2005. – Вип. 11. – С. 13 – 15.
14. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Становление и сущность системного подхода. – М.: Наука, 1973. – 270 с.
15. Блонский П.П. Память и мышление. – СПб.: Питер, 2001. – 288 с.
16. Богданович В.И., Сумарокова Л.Н., Уемов А.И. Системные исследования. – М.: Наука, 1969. – 202 с.
17. Богоявленский Д.Н., Менчинская Н.А. Психология усвоения знаний в школе. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1959. – 347 с.
18. Бондаревская Е.В. Гуманистическая парадигма личностно ориентированного образования // Педагогика. – 1997. – № 4. – С. 11 – 17.
19. Браверман Э.М. Как повысить эффективность учебных занятий: некоторые современные пути // Физика в школе. – 2005. – № 6. – С. 55–62.
20. Браверман Э.М. Становление умения понимать // Физика в школе. – 2006. – № 6. – С. 20–23.
21. Братаніч Б.В. Методологія профілізації шкільної освіти в сільській місцевості // Управління школою. – 2004. – № 25 – 26. – С. 14 – 15.
22. Брушлинский А.В. Психология мышления и проблемное обучение. – М.: Знание, 1983. – 96 с.
23. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе: Теор. основы. – М.: Просвещение, 1981. – 288 с.
24. Бугайов О.І., Гончаренко С.У., Костюкевич Д.Я., Сичевська З.В. Методика і результати масового вивчення якості знань і умінь учнів з фізики в 1974 – 1977 рр. // Методика викладання фізики. – К.: Рад. шк., 1978. – Вип. 13. – 120 с.
25. Бугайов О.І., Дейкун Д.І. Диференціація навчання учнів у загальноосвітній школі. – К.: Освіта, 1992. – 32 с.
26. Бугайов О.І., Головка М.В., Коваль В.С. Концептуальні положення щодо роз-

робки педагогічних засобів з фізики // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2004. – № 8. – С. 13 – 16.

27. Бугайов О., Головка М. Нове покоління підручників для профільного навчання фізики у середніх загальноосвітніх навчальних закладах. Яким йому бути? // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – К.: Науковий світ, 2006. – С. 28 – 31.
28. Бугайов О.І., Мартинюк М.Т., Смолянець В.В. Фізика. Астрономія: Пробн. підр. для 7 кл. серед. шк. – К.: Освіта, 1995. – 320 с.
29. Бугайов О.І., Садовий М.І. Історико-методологічний підхід до формування структури і змісту шкільного курсу фізики // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2003. – Вип. 51. – Ч. 1. – С. 10 – 14.
30. Будний Б.Є. Формування фундаментальних фізичних понять. – К.: АСК, 1996. – 128 с.
31. Буринська Н.М. Про особистісно зорієнтовані технології навчання // Нива знань. – 2001. – № 3. – С. 5 – 7.
32. Буринська Н.М. Хімія: Підручник для 8 кл. серед. загальноосвіт. шк. – К.: Ірпінь: ВТФ "Перун", 2000. – 160 с.
33. Буров В.А. Фронтальные экспериментальные задачи по физике: 9 кл. – М.: Просвещение, 1972. – 207 с.
34. Буяло Т.Є., Коршак Н.М. Амедео Авогадро – вчений і педагог // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – № 3. – С. 2 (обклад.).
35. Буяло Т.Є., Коршак Н.М. Джон Дальтон – фундатор атомної теорії // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – № 2. – С. 2 (обклад.).
36. Ванєєв А.А., Корж Е.Д., Орехов В.П. Викладання фізики в 9 класі за новою програмою. – К.: Рад. шк., 1973. – 190 с.
37. Васьківська Г.О. Особливості організації профільного навчання у школах сільської місцевості // Управління школою. – 2004. – № 25 – 26. – С. 12 – 13.
38. Васьков Ю.В. Педагогічні теорії, технології, досвід: Дидактичний аспект. – Х.: Скорпіон, 2000. – 120 с.

39. Вейн А.М., Каменецкая Б.И. Память человека. – М.: Наука, 1973. – 209 с.
40. Величко С.П., Сальник І.В. Система лабораторних робіт для посилення графічного методу вивчення механічних властивостей твердих тіл і матеріалів // Нові технології навчання. – К., 1998. – Вип. 22. – С. 142 – 150.
41. Виговська О.І. Цілісний розвиток особистості школяра: експериментальне обґрунтування його засобів // Директор школи, ліцею, гімназії – № 3. – 2003. – С. 34 – 45.
42. Выготский Л.С. Педагогическая психология / Под ред. В.В. Давыдова. – М.: Педагогика, 1991. – 480 с.
43. Вовкотруб В.П. Ергономічна оцінка сприймання демонстраційних дослідів з молекулярної фізики // Проблеми методики викладання фізики на сучасному етапі: Матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конференції. – Кіровоград, 2000. – С. 139 – 144.
44. Вознюк С.Ю. Практикум з розв'язування задач з елементарної фізики. Теплові явища: Посіб. для учнів, студентів та вчителів. – Тернопіль: Підручники і посібники, 1998. – 208 с.
45. Волков А.А. Построение и структура моделирующих сложных систем // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2002. – № 2. – С. 118 – 132.
46. Воловик П.М. Теорія імовірностей і математична статистика в педагогіці. – К.: Рад. шк., 1969. – 222 с.
47. Вольянська С.Є. Організація профільного навчання в загальноосвітній школі в умовах регіону: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Харківський пед. ун-т ім. Г.С. Сковороди.– Х., 2006. – 19 с.
48. Гадецький М.В., Хлебнікова Т.М. Організація навчального процесу в сучасній школі. – Х.: Веста: Вид-во “Ранок”, 2004. – 136 с.
49. Гайдучок Г.М., Нижник В.Г. Фронтальний експеримент з фізики в 7 – 11 класах середньої школи. – К.: Рад. шк., 1989. – 175 с.
50. Гальперин П.Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 45 с.
51. Голин Г.М. Вопросы методологии физики в курсе средней школы: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1987. – 127 с.

52. Гончаренко С., Волков В., Коршак Є., Бугайов О., Юрчук І. Стандарт шкільної фізичної освіти // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – № 2. – С. 2 – 8.
53. Гончаренко С.У., Мальований Ю.І. Педагогічна суть гуманізації шкільної освіти // Рідна школа. – 1993. – № 5. – С. 30 – 33.
54. Гончаренко С.У. Методика навчання в середній школі: Молекулярна фізика: Посіб. для вчителів. – К.: Освіта, 1988. – 171 с.
55. Гончаренко С.У. Наука і навчальний предмет школи // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Вип. 66. – Кіровоград, 2006. – Ч. 1. – С. 3 – 11.
56. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. – К.: Либідь, 1997. – 376 с.
57. Гончаренко С.У. Фізика. 10 кл.: Підруч. для серед. загальноосв. шк. – К.: Освіта, 2002. – 319 с.
58. Гончаренко С.У. Фізика. 10 кл.: Пробн. посібн. для ліцеїв та класів природничо-наук. профілю. – К.: Освіта, 1995. – 440 с.
59. Гончаренко С.У. Фізика. 10 кл. Пробн. посіб. для шкіл III ступеня, гімназій і класів гуманітарного профілю. – К.: Освіта, 1994. – 272 с.
60. Гончаренко С.У. Формування наукового світогляду учнів під час вивчення фізики: Посіб. для вчителя. – К.: Рад. шк., 1990. – 208 с.
61. Гончаренко С.У. Термодинаміка. – К.: Техніка, 1977. – 136 с.
62. Горбачук І.Т., Дідович М.М., Мусієнко Ю.А. Симетрія і закони збереження. – Ч.І. – К.: НПУ. – 1997. – 140 с.
63. Гордиенко Т.П. Профильная дифференциация обучения физике в 10 – 11 классах средней общеобразовательной школы (гуманитарный профиль): Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – К., 1998 – 210 с. – С прил. 154 с.
64. Готовність учня до профільного навчання // Психологічний інструментарій. – К.: Мікрос-СВС, 2003. – 112 с. .
65. Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях: непараметрические методы. – М.: Педагогика, 1977. – 136 с.
66. Грановская Р.М. Элементы практической психологии. – СПб.: Речь, 2003. – 655 с.
67. Гриценко В.Г. Вивчення законів ідеального газу методами комп'ютерного

- експерименту // Фізика та астрономія в школі. – 2000. – № 4. – С. 37 – 39.
68. Грудинін Б.О. Розвиток творчої активності учнів засобами домашнього експерименту в процесі вивчення молекулярної фізики і термодинаміки в загальноосвітній школі: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – К., 2004 – 248 с.
69. Гуляєва Л.В. Проблемно-модульний підхід до вивчення фізики в сучасній загальноосвітній школі: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – Запоріжжя, 2000. – 190 с.
70. Давиденко А.А., Коршак Є.В. Експериментальні дослідження учнів у процесі вивчення фізики // Фізика та астрономія в школі. – 2001. – № 5. – С. 8 – 9.
71. Давыден А.А. Изобретательские задачи в школьном курсе физики. – Чернигов: ISBN, 1996. – 96 с.
72. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. – М.: ИНТОР, 1996. – 544 с.
73. Данилова Н.Н., Крылова А.Л. Физиология высшей нервной деятельности. – М.: Изд-во МГУ, 1989. – 399 с.
74. Данилов М.А. Процесс обучения в советской школе. – М.: Учпедгиз, 1960. – 299 с.
75. Дедович В.М. Підвищення пізнавальної активності учнів гуманітарного профілю через зв'язок фізики з історією // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка. – Серія: Педагогічні науки: Зб. наук. пр. – Чернігів: ЧДПУ, 2005. – № 30. – С. 76 – 79.
76. Демидова М.Ю. Физика – 10. Учебник Л.И. Анциферова // Физика. – 2003. – № 33. – 1 – 7 сентября. – С. 4 – 12.
77. Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе. Механика, молекулярная физика, основы электродинамики / Под ред. А.А. Покровского. Изд. 3-е, перераб. – М.: Просвещение, 1978. – Ч.1. – 351 с.
78. Державна національна програма: Освіта. Україна ХХІ століття. – К.: Райдуга, 1994. – 61 с.
79. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Фізика та астрономія в школі. – 2004. – № 3. – С. 2 – 6.
80. Дидактика средней школы. Некоторые проблемы дидактики / Под ред. М.Н. Скаткина. – М.: Просвещение, 1982. – 319 с.
81. Дружинин В.Н. Психология общих способностей. – СПб.: Издательство

“Питер”, 2000. – 368 с.

82. Эльконин Д.Б. Избранные психологические труды. – М.: Педагогика, 1989. – 560 с.
83. Эрдниев В.П. Использование матриц в логической систематизации учебного материала: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – Киев, 1978. – 21 с.
84. Ерунова Л.И. Урок физики и его структура при комплексном решении задач обучения: Кн. для учителя. – М.: Просвещение, 1988. – 160 с.
85. Ефименко В.Ф. Методологические вопросы школьного курса физики. – М.: Педагогика, 1976. – 223 с.
86. Єфремова О.І. Міжпредметні зв'язки фізики і математики у 9–11 класах середньої загальноосвітньої школи: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / НПУ ім. М.П. Драгоманова. – К., 2001. – 20 с.
87. Житник Б. Основи сучасного навчання // Сучасні шкільні технології. – К.: Ред. загальнопед. газ., 2004.– Ч.1. – 112 с.
88. Жмурський С.І. Формування інтересу учнів до вивчення фізики в багатoproфільних школах-ліцеях: Дис. ... канд. пед. наук.: 13.00.02. – Запоріжжя, 2003. – 234 с.
89. Жук Ю.О. Використання засобів нових інформаційних технологій у навчальній дослідницькій діяльності // Фізика та астрономія в школі. – 1997. – № 3.– С. 4 – 7.
90. Заболотний В.Ф., Моклюк М.О., Шут М.І. Можливості забезпечення організації діалогу в системі дистанційного навчання // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. – Серія: Педагогічні науки: Зб. наук. пр. – Чернігів: ЧДПУ, 2005. – Вип. 30. – С. 98 – 101.
91. Закон України “Про освіту”. – К.: Генеза, 1996. – 35 с.
92. Занков Л.В. О предмете и методах дидактических исследований. – М.: Изд. АПН РСФСР, 1962. – 148 с.
93. Занюк С. Мотивація та саморегуляція учня // Психологічний інструментарій. – К.: Главник, 2004. – 96 с.
94. Зверева Н.М. Активизация мышления учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1980. – 113 с.
95. Зверев В.А. Учет психологических особенностей учащихся // Физика в школе. –

2005. – № 2. – С. 55 – 62.

96. Зинченко П.И. Непроизвольное запоминание. – М.: Изд-во АПН РСФСР, 1961. – 562 с.
97. Знаменский П.А. Методика преподавания физики в средней школе. – Ленинград: Госпедгиз, 1955. – 551 с.
98. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. – М.: Педагогика, 1978. – 128 с.
99. Зуев Д.Д. Концепция типового проектирования и конструирования учебных изданий: Реальность, проблемы, перспективы // Проблемы шк. учебника: Сб. ст. – Вып. 18. – М.: Просвещение, 1988. – С. 45 – 57.
100. Іваницький О.І. Сучасні технології навчання фізики в середній школі: Наук. моногр. – Запоріжжя: Прем'єр, 2001. – 266 с.
101. Иванова Л.А. Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики: Пособ. для учителей. – М.: Просвещение, 1983. – 160 с.
102. Изюмова С.А. Индивидуально-типические особенности школьников с литературными и математическими способностями // Психологический журнал.– 1993. – Т. 14. – № 1. – С. 137 – 146.
103. Ілляшенко Г.Ю. Молекулярна фізика: Навч. посіб. для факультативних занять з фізики. – К.: Рад. шк., 1970. – 167 с.
104. Ильина Т.А. Структурно-системный подход к организации обучения. – М.: Знание, 1972. – Вып. 1. – 72 с. – Вып. 2. – 1972. – 88 с. – Вып. 3. – 1972. – 78 с.
105. Ильченко В.Р. Формирование естественно-научного миропонимания школьников. – М.: Просвещение, 1993. – 192 с.
106. Ільченко В.Р. Дидактичні засади інтеграції змісту природничонаукової шкільної освіти з погляду продуктивного навчання // Педагогіка і психологія. – 2000. – № 2. – С. 5 – 12.
107. Кабанова-Меллер С.Н. Формирование приемов умственной деятельности и умственного развития учащихся. – М.: Просвещение, 1968. – 288 с.
108. Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Шефер Н.И. Факультативный курс физики. 10 кл.: Учебн. пос. для уч-ся. – М.: Просвещение, 1974. – 224 с.

109. Кабардин О.Ф. Из опыта преподавания в IX классе // Физика в школе. – 1975. – № 5. – С. 28 – 34; – № 6. – С. 34 – 50.
110. Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А. Опыт использования нового методического пути изучения молекулярной физики в IX классе. // Физика в школе. – 1979. – № 5. – С. 52 – 19.
111. Калмыкова З.И. Продуктивное мышление как основа обучения. – М.: Педагогика, 1981. – 200 с.
112. Калмыкова З.И. Психологические предпосылки развивающего обучения // Физика в школе. – 1991. – № 3. – С. 69 – 73.
113. Карасёв В.П. Симметрия в физике. – М.: Знание, 1978. – 64 с.
114. Качество знаний учащихся и пути его совершенствования / Под ред. М.Н.Скаткина, В.В.Краевского. – М.: Педагогика, 1978. – 208 с.
115. Кикоин И.К. Некоторые вопросы методики изложения молекулярной физики в IX классе. // Физика в школе. – 1980. – № 5. – С. 31 – 37.
116. Кирик Л.А. Уроки фізики. 10 клас: календарно-тематичне планування, плани-конспекти уроків, методичні рекомендації, тематичні контрольні роботи. – Х.: Ранок – НТ, 2004. – 384 с.
117. Клацки Р. Память человека / Под ред. Е. Соколова. – М.: Мир, 1978. – 319 с.
118. Кнорр Н. Интегроване вивчення фізики в класах природничого профіля // Фізика та астрономія в школі. – 1999. – № 1. – С. 2 – 3.
119. Ковальов І.З. Вчення про симетрію в курсі фізики середньої школи. Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – К., 1974. – 197 с.
120. Козловська І.М. Інтегративний підхід до структурування змісту курсу фізики в загальноосвітній школі // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка. – Вип. 42. – 2002. – С. 37 – 39.
121. Концепція загальної середньої освіти (12-річна школа) // Педагогічна газета. – № 1. – С. 4 – 6.
122. Концепція профільного навчання в старшій школі // Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України. – 2003. – № 24. – С. 3 – 15.
123. Коровин В.А. Учебники по физике и астрономии на 2005/2006 учебный год //

Фізика в школі.– 2005. – № 5. – С. 19 – 32.

124. Королев Ф.Ф. Системный подход и возможности его применения в педагогических исследованиях // Советская педагогика, 1970. – № 9. – С. 103 – 116.
125. Корсак К. Як Європа профілює свою старшу середню школу // Завуч. – 2004. – № 16. – С. 25 – 33.
126. Коршак Є.В, Миргородський Б.Ю. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту: Практикум. – К.: Вища школа, 1981. – 280 с.
127. Коршак Є.В., Коршак Н.М. Людвіг Больцман – людина, вчений, педагог. // Фізика та астрономія в школі. – 2004. – № 3. – С. 2 (обклад.).
128. Коршак Є.В., Ляшенко О.І., Савченко В.Ф. Фізика, 10 кл.: Підруч. для загальноосвіт. навч. закл. – К.: Ірпінь: ВТФ “Перун”, 2002. – 296 с.
129. Коршак Є.В., Шут М.І., Грищенко Г.П., Савченко В.Ф. Особливості структури вивчення фізики у 12-річній школі // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Модель середньої фізичної освіти в умовах переходу на 12-річний термін навчання. – Вип. 7. – Коломия: ВТП “ВІК”, 2001. – С. 41 – 43.
130. Костюк Г.С. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості. – К.: Рад. школа, 1989. – 608 с.
131. Костюкевич Д.Я. Індивідуальна і колективна форми діяльності при виконанні лабораторних робіт з фізики // Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін: Збір. наук.-метод. праць РДГУ. – Рівне: РДГУ, 2001. – Вип. 3. – С. 4 – 6.
132. Костюкевич Д.Я., Савченко В.Ф. Становлення та перспективи розвитку шкільного фізичного експерименту в Україні // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. – Серія: Педагогічні науки. – Чернігів: ЧДПУ, 2000. – Вип. 3. – С. 235 – 240.
133. Котельніков Г.О. Лабораторні роботи з фізики дослідницького характеру у класах з поглибленим вивченням фізики: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – Запоріжжя, 1997. – 213 с.
134. Критерії оцінювання навчальних досягнень учнів у системі загальної серед-

- ньої освіти. – К.: Перше вересня, Шкільний світ; Харків: Фоліо, 2000. – 126 с.
135. Крутецкий В.А. Психология: Учеб. для уч-ся пед. училища. – М.: Просвещение, 1980. – 352 с.
136. Кузнецов А.А. Базовые и профильные курсы // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2002. – № 1. – С. 30 – 33.
137. Кузьмин В.П. Различные направления разработки системного подхода и их гносеологические основания // Системные исследования. – М.: Наука, 1984. – С. 33 – 57.
138. Курс “Открытая физика 2.5”. / Автор курса Козел С.М. – Ч.1. – М.: ООО ФИЗИКОН, 2002.
139. Леонтьев А.Н. Избранные психологические произведения: В 2-х т. Т.1. – М.: Педагогика, 1983. – 392 с.
140. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения: Наук. моногр. – М.: Педагогика, 1981. – 185 с.
141. Лернер П.С. Профильное образование: взаимодействие противоположностей // Школьные технологии. – 2002. – № 6. – С. 75 – 81.
142. Лікарчук І.Л. Проблема профілізації навчання // Управління Освітою. – 2003. – № 61– 62. – 13 – 14 липня. – С. 2 – 3, 9.
143. Лобашев В.Д., Лаврушина С.М. Сегментирование информации в технологической схеме учебного процесса // Школьные технологии. – 1999. – № 3. – С. 98 – 103.
144. Лов'янова І.В. Формування інтелектуальних умінь старшокласників у процесі вивчення предметів природничого циклу: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.09. – Київ, 2006. – 19 с.
145. Логинова Г.П. Психологические аспекты профильного обучения // Психологическая наука и образование. – 2003. – № 3. – С. 43–47.
146. Локшина О. Зарубіжна старша профільна школа: структурна організація, зміст освіти, підходи до оцінювання // Рідна школа. – 2004. – № 4. – С. 65 – 67.
147. Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений. – М.:Изд-во АН СССР, 1955. – Т.9. – 1018 с.
148. Любимов К.В. О применении графов при решении физических задач // Методика преподавания физики в средней школе. XXIII Герценовские чтения. –

- Ленинград: ЛГПИ, 1970. – С. 17 – 24.
149. Ляшенко О.І. Проблемне навчання фізики: Посіб. для учителів. – К.: Рад. шк., 1985. – 96 с.
150. Ляшенко О.І. Формування фізичного знання в учнів середньої школи: Логіко-дидактичні основи. – К.: Генеза, 1996. – 128 с.
151. Максимова В.Н., Груздева Н.В. Межпредметные связи в обучении биологии. – М.: Просвещение, 1987. – 192 с.
152. Мальковский Г.П. О массе и энергии в современной физике. – Казань, Изд-во Казанского университета, 1961. – 173 с.
153. Мартинюк М., Хитрук В. Про технологічність як принцип організації навчального матеріалу в підручниках фізики для загальноосвітніх навчальних закладів // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – К.: Науковий світ, 2006. – С. 93 – 104.
154. Матюшкин А.А. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. – М.: Педагогика, 1972. – 208 с.
155. Мегега Г.Б. Деякі аспекти проблем впровадження профільної освіти // Нива знань. – 2004. – № 1. – С. 11 – 22.
156. Межпредметные связи курса физики в средней школе / Под ред. Ю.И. Дика, И.К. Турышева. – М.: Просвещение, 1987. – 190 с.
157. Міжпредметні зв'язки під час вивчення фізики в середній школі / За ред. О.В. Сергєєва. – К.: Рад. шк., 1979. – 120 с.
158. Межуєв В.І., Сергєєв О.В. Реалізація діяльності з моделювання фізичних процесів та явищ засобами нових інформаційних технологій // Збірник наукових праць: Педагогічні науки. – Херсон: ХДПУ, 2000. – Вип. 15. – Ч.ІІ. – С.73 – 78.
159. Менделеев Д.И. Избранные лекции по химии. – М.: Высшая школа, 1968. – 223 с.
160. Менчинская Н.А. Проблемы учения и умственного развития школьника. – М.: Педагогика, 1989. – 220 с.
161. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы / Под ред. Орехова В.П., Усовой А.В. – Ч. 2. – М.: Просвещение, 1980. – 351 с.

162. Методика преподавания физики в средней школе: Частные вопросы / С.В. Анофрикова, М.А. Бобкова, Л.А. Бордонская и др.; Под ред. С.Е. Каменецкого, Л.А. Ивановой – М.: Просвещение, 1987. – 336 с.
163. Методика преподавания физики в средней школе / Б.С. Зворыкин, Ю.А. Коварский, Л.И. Резников и др.; Под ред. С.Я. Шамаша. – М.: Просвещение, 1975. – 256 с.
164. Методы системного педагогического исследования / Под ред. Н.В. Кузьминой. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1980. – 172 с.
165. Методология системного подхода в педагогике / Под ред. А.М. Сидоркина. – М.: НИИОП АПН СССР, 1989. – 56 с.
166. Мизинцев В.П. Пути исследования количественной оценки эффективности учебного процесса // Советская педагогика. – 1979. – № 8. – С. 76 – 78.
167. Мизинцев В.П. Система информационных единиц для измерения смысловой структуры учебного материала, знаний и навыков учащихся // Дальневосточный сборник. – Хабаровск, 1972. – С. 164 – 172.
168. Миргородський Б.Ю., Шабаль В.К. Демонстраційний експеримент з фізики. Молекулярна фізика. – К.: Рад. шк., 1982. – 140 с.
169. Мінаєв Ю.П. Про втілення принципу інтеграції в освітні стандарти профільної школи // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. – Чернігів, 2000. – 272 с. – С. 88 – 92.
170. Мітус Н.О., Савченко В.Ф. Деякі психолого-педагогічні аспекти використання комп'ютерних ігор сучасними підлітками // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т.Г. Шевченка. – Серія: Педагогічні науки: Зб. наук. пр. – Чернігів: ЧДПУ, 2005. – Вип. 3. – С. 156 – 161.
171. Мойсеюк Н.Є. Педагогіка: Навч. посібник. – К.: ВАТ “КДНК”, 2001. – 608 с.
172. Монастырский Л.М. Физика за 2 года. Для гуманитарных классов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 1995. – 384 с.
173. Мултановский В.В., Василевский А.С. Об изучении понятия температуры и основных положений МКТ // Физика в школе. – 1988. – № 5. – С. 36 – 39.
174. Мултановский В.В. Физические взаимодействия и картина мира в школьном

- курсе. – М.: Просвещение, 1977. – 168 с.
175. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика: Підручник для 10 кл. серед. школи. – К.: Рад. школа, 1990. – 256 с.
176. Мякишев Г.Я. О различных способах вывода уравнения состояния идеального газа в курсе физики средней школы // Физика в школе. – 1980. – № 5. – С. 37 – 41.
177. Мякишев Г.Я., Розман Г.А., Пинский А.А., Малинин А.Н., Талаквандзе В.В., Турышев И.К. О понятии массы // Физика в школе. – 1994. – № 4. – с. 40 – 49.
178. Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Молекулярная физика. Термодинамика: 10 кл.: Учебник для углубл. изуч. физики. – М.: Дрофа, 1996. – 242 с.
179. Навчальне програмне забезпечення з фізики для 10 класу загальноосвітніх навчальних закладів. Версія 1.0. / Автори сценарію: Шут М.І., Касперський А.В., Благодаренко Л.Ю., Лапінський В.В. – К.: Квazar-Мікро, 2005.
180. Національна доктрина розвитку освіти // Освіта України. – № 33. – 23 квітня 2002 р. – С. 4 – 6.
181. Научные основы школьного курса физики / Под ред. С.Я. Шамаша, Э.Е. Эвенчик. – М.: Педагогика, 1985. – 240 с.
182. Незабитовський І. Ідеї побудови програм для гуманітарних класів // Фізика та астрономія в школі. – 2000. – № 2. – С. 15 – 17.
183. Немов Р.С. Психология. – М.: Владос, 2003. – Кн. 3. – 631с.
184. Нечет В.І. Основи теорії навчання фізики в загальноосвітній середній школі. – Запоріжжя: АТ “Мотор Січ”, 1997. – 201 с.
185. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Под ред. Е.С. Полат. – М.: Издательский центр “Академия”, 2002. – 272 с.
186. Новиков Д.А. Статистические методы в педагогических исследованиях. – М.: МЗ-Пресс, 2004. – 67 с.
187. Нурминский И.И., Гладышева Н.К. Статистические закономерности формирования знаний и умений учащихся. – М.: Педагогика, 1991. – 224 с.
188. Орлов В.А. Элективные курсы по физике и их роль в организации профильного и предпрофильного обучения // Физика в школе. – 2003. – № 7. – С. 17–20.
189. Орлов В.И. Знание, умения и навыки учащихся // Педагогика. – 1997. – № 2. –

С. 33 – 39.

190. Освітні технології: Навч.-метод. посіб. / О.М. Пехота, А.З. Кіктенко, О.М. Любарська та ін.; За ред. О.М. Пехоти. – К.: А.С.К., 2004. – 256 с.
191. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач: Теоретичні основи. – К.: ТОВ “Міжнар. фін. агенція”, 1997. – 177 с.
192. Павлов И.П. Лекции о работе больших полушарий головного мозга. – М.: Акад. мед. наук СССР, 1952. – 287 с.
193. Павская Л.М. Об упорядочении процесса решения сложных задач // Дидактика и теория воспитания. – Днепропетровск: ДГУ, 1977. – 120 с.
194. Педагогічний програмний засіб “Бібліотека електронних наочностей “Фізика 10 – 11 кл.” / Автори сценарію: Чалий О.В., Олійник О.І., Селезнев Ю.О. – К.: Квазар-Мікро, 2004.
195. Педагогічний програмний засіб “Віртуальна фізична лабораторія 10 – 11 кл.” / Автори сценарію: Чалий О.В., Олійник О.І., Селезнев Ю.О. – К.: Квазар-Мікро, 2004.
196. Перышкин А.В. Курс физики: Учеб. для 9 кл. средней школы. – М.: Учпедгиз, 1954. – Ч. 2. – 208 с.
197. Пехлецкая А.Н. Количественные оценки сложности учебного материала : Автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Ленинград, 1975. – 23 с.
198. Підласий І.П. Діагностика та експертиза педагогічних проєктів: Навч. посіб. – К.: Україна, 1998. – 343 с.
199. Пинский А.А., Разумовский В.Г. Метод модельных гипотез как метод познания и объект изучения // Физика в школе. – 1991. – № 1. – С. 3 – 5.
200. Поголяко Г.В., Шарко В.Д. Навчальні проєкти як засіб реалізації компетентнісного підходу до навчання учнів фізики // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – Кам'янець-Подільський: К-ПДУ, інформаційно-видавничий відділ, 2005. – Вип. 11. – С. 215 – 219.
201. Подгорнова И.И. Молекулярная физика в средней школе. – М.: Просвещение,

1970. – 192 с.

202. Подмазін С.І. Технологія особистісно орієнтованого уроку // Сучасні шкільні технології. /Упоряд. І. Рожнятовська, В. Зоц.– К.: Ред. загальнопед.газ., 2004.– Ч.1. – С. 64 – 69.
203. Практикум з фізики в середній школі: Дидакт. матеріал: Посібник для вчителя / За ред. В.О. Булова, В.І. Діка. – К.: Рад. шк., 1990. – 176 с.
204. Преподавание физики в 10 классе средней школы / Р.Д.Минькова, Л.Н.Хуторская, Н.М.Шахмаев, Д.Ш.Шодиев. – М.: Просвещение, 1994. – 96 с.
205. Приймаков А.Г., Осетинский И.О. Новые лабораторные и практические занятия по физике в средних учебных заведениях. – Х.: Скорпион, 2002. – 160 с.
206. Примерные программы по физике. Физика в школе II ступени. – М.: Госиздат, 1921. – Вып. 3 – 79с.
207. Програма для середніх загальноосвітніх шкіл. Фізика. Астрономія. 7 – 11 кл. / О.І.Бугайов, Л.А.Закота, Д.Ю.Костюкевич, М.Т.Мартинюк. – К.: Ірпінь: Вид.-торг.фірма “Перун”, 1996. – 144 с.
208. Програма з фізики для старшого концентру семирічної політехнічної школи. – Харків: Рад.шк., 1932 – 16с.
209. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика 7 – 11 кл. Астрономія 11 кл. – К.: Шкільний світ, 2001. – 134 с.
210. Програми для середньої загальноосвітньої школи. Природознавство: Довкілля. Фізика. Хімія. Біологія. Еволюція природничо-наукової картини світу. – К.: Перун, 1996. – 232 с.
211. Програми для середньої школи. Фізика для VI – X класів. Астрономія X клас. – К., Рад. шк., 1946. – С. 2 – 34.
212. Програми середньої загальноосвітньої школи. Фізика, астрономія. 7 – 11 класи / О.І. Бугайов, Л.А. Закота, В.С. Коваль, Г.В. Самсонова. – К.: Освіта, 1992. – 111 с.
213. Програми середньої загальноосвітньої школи. Фізика. Астрономія. 6 – 10 кл. – К.: Рад. школа, 1981. – 55 с.
214. Програми середньої школи на 1961/62 навчальний рік. Фізика. Астрономія.

ІХ – Х класи. – К.: Рад. школа, 1961. – 51 с.

215. Програми спецкурсів і факультативів з фізики. – Тернопіль: Мандрівець, 2003. – 68 с.
216. Программа восьмилетней и средней школы. Физика. Астрономия. – М.: Просвещение, 1982. – 48 с.
217. Программа одиннадцателетней школы // Физика в школе. – 1985. – № 6. – С. 21 – 36.
218. Программа средней школы. Физика. Астрономия. – К.: Рад. шк., 1966. – 44 с.
219. Программа средней школы. Физика. Астрономия. – К.: Рад. шк., 1976. – 46 с.
220. Программа средней школы. Физика. Астрономия. – К.: Рад. шк., 1948. – 47 с.
221. Программы для средней школы. Физика. 9 – 10 кл. – К.: Рад шк, 1973. – 35 с.
222. Программы школ и классов с углубленным теоретическим и практическим изучением физики (9 – 10 классы). – К.: Рад. шк., 1974. – 44 с.
223. Психологія: Підручник / Ю.Л. Трофімов, В.В. Рибалка, П.А. Гончарук та ін. – К.: Либідь, 1999. – 558 с.
224. Психология развивающейся личности / Под ред. А.В. Петровского. – М.: Педагогика, 1987. – 240 с.
225. Пьоришкін О.В. Курс фізики. – К.: Рад. шк., 1966. – Ч. II. – 280 с.
226. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике. – М.: Просвещение, 1975. – 272 с.
227. Разумовский В.Г. Обучение и научное познание // Педагогика. – 1997. – № 1. – С. 7 – 13.
228. Рачик І.М. Демонстраційні досліди з фізики : Метод. посіб. для вчителів. – К.: Рад. школа, 1971. – 108 с.
229. Решанова В.И. Развитие логического мышления учащихся при обучении физике. – М.: Просвещение, 1985. – 94 с.
230. Резников Л.И., Эвенчик Э.Е., Юськевич В.Ф. Методика преподавания физики в средней школе. – М.: Издательство АПН РСФСР, 1960. – Т. II. – 406 с.
231. Рибалка В.В. Особистісний підхід у профільному навчанні старшокласників: Монографія / За ред. Г.О. Балла. – К.: ІППО АПН України, 1998. – 160 с.

232. Родионов А.С. Структурное формирование как метод исследования учебно-познавательной деятельности школьников: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 10.00.02. – М., 1977. – 20 с.
233. Рубинштейн Д.Х. Схема процесса формирования понятий // Дальневосточный сборник. – Хабаровск, 1971. – Т. I. – С. 5 – 23.
234. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1958. – 146 с.
235. Савченко В.Ф., Богдан Т.М. Використання елементів астрономії при вивченні молекулярної фізики у 10 класі // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Вип. 51. – Кіровоград, 2003. – Ч. 1. – С. 171 – 175.
236. Садовий М.І. Становлення та розвиток фундаментальних ідей дискретності та неперервності у курсі фізики середньої школи. – Кіровоград: Прінт-Імідж, 2001. – 396 с.
237. Садовий М.І. Про вивчення порівняльної інформації відрізка навчального // Методика викладання фізики: Респ. наук.-метод. зб. – К.: Рад. шк., 1986. – Вип. 16. – С. 26 – 34.
238. Садовий М.І. Застосування методів системного аналізу до планування уроку // Методика викладання математики та фізики: Респ. наук.-метод. зб. – К.: Рад. шк., 1985. – Вип. 2. – С. 97 – 102.
239. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. – М.: Наука, 1974. – 207 с.
240. Самойленко П.И., Сергеев А.В. Развитие дидактики физики как инновационный процесс // Специалист. – 1997. – № 4. – С. 28 – 31; № 5. – С. 29 – 32; № 6. – С. 34 – 37.
241. Свитков Л.П. Изучение термодинамики и молекулярной физики. – М.: Просвещение, 1975. – 128 с.
242. Свитков Л.П. Система знаний и методы преподавания термодинамики и молекулярной физики // Физика в школе. – 1998. – № 5. – С. 25 – 34.
243. Свитков Л.П. Термодинамика и молекулярная физика: Факультативный курс. – М.: Просвещение, 1986. – 159 с.
244. Селевко Г.К. Современные образовательные технологии. – М.: Народное

образование, 1998. – 256 с.

245. Сергієнко В.П. Психолого-педагогічні основи вивчення загальної фізики // Наукові записки. – Вип. 66. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2006. – Ч.1. – С. 122 – 128.
246. Сергієнко В.П. Фізика. Експрес-курс. – К.: Майстер-клас, 2006. – 366 с.
247. Сергеев А.В., Апанасенко М.Г., Лисина Л.А. Дифференциация обучения в средней общеобразовательной школе: Метод. рекомендации для учителей физики. – Запорожье: Запорожский обл. инст. усов. учителей, 1991. – 56 с.
248. Серговський Ю.В. Будова і властивості речовини: Навчальний посібник для факультативних занять з фізики в ІХ і Х класах. – К.: Рад.шк., 1972. – 163 с.
249. Сериков В.В. Личностный подход в образовании: концепция и технологии. Монография. – Волгоград, 1994. – 210 с.
250. Сидоренко (Стадніченко) С.М., Садовий М.І. Застосування графічного методу до розв'язування задач // Проблеми методики викладання фізики на сучасному етапі: Матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конференції. – Кіровоград, 2000. – С. 295 – 300.
251. Сичевська З.В. Вивчення основ молекулярно-кінетичної теорії і термодинаміки в середній школі. – К.: Рад. шк., 1979. – 160 с.
252. Сычевская З.В., Смолянец В.В., Бовтрук А.Г. Проверка результативности обучения физике: Пособие для учителей. – К.: Рад. шк., 1986. – 176 с.
253. Сільвейстр А. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроках фізики з використанням комп'ютера // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 4. – С. 48 – 50. – 2001. – № 1. – С. 34 – 36. – 2001. – № 3. – С. 33 – 35.
254. Сівак С. Скринінг шкільного життя. Методика комплексного психодіагностичного вивчення стану навчально-виховного процесу загальноосвітньої школи. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2002. – 72 с.
255. Скалкова Я. Методология и методы педагогического исследования. – М.: Педагогика, 1989. – 224 с.
256. Скаткин М.Н. Проблемы современной дидактики. – М.: Педагогика, 1984. – 95 с.
257. Слободчиков В. Психологические основы личностно ориентированного

образования // Відкритий урок. – 2004.– № 21 – 24. – С. 26 –31.

258. Смирнов А.А. Психология запоминания. – М.: Изд-во Акад. пед. наук РСФСР, 1948. – 112 с.
259. Соколов И.И. Методика преподавания физики в средней школе. – М.: Учпедгиз, 1959. – 374 с.
260. Соколов І.І. Курс фізики: Підр. для ІХ кл. – К.: Рад. шк., 1954. – Ч. II. – 183 с.
261. Сологуб А.І. Дидактичні засади профільного навчання у природничо-науковому ліцеї // Рідна школа. – № 3. – 2003. – С. 8 – 10.
262. Сорокина Н.Г. Использование графов в процессе обучения геометрической оптики: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – К., 1980. – 24 с.
263. Сосницька Н.Л. Про перспективи навчання фізики в сучасній середній загальноосвітній школі // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету. – Серія: Педагогічні науки: Зб. наук. пр. – Чернігів: ЧДПУ, 2000. – Вип. 3. – С. 124 – 130.
264. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. – М.: Педагогика, 1974. – 192 с.
265. Спасский Б.И. Вопросы методологии и историзма в курсе физики средней школы: Пособ. для учителей. – М.: Просвещение, 1975. – 95 с.
266. Стадніченко С.М. Актуальні питання навчання фізики на основі особистісно орієнтованої технології // Матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції “Європейська наука ХХІ століття: стратегія і перспективи розвитку – 2006”. – Т. 16. – Сучасні методи викладання. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – С. 50 – 52.
267. Стадніченко С.М. Вивчення молекулярної фізики в умовах профільного навчання // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка. – Серія: Педагогічні науки. – Чернігів: ЧДПУ, 2005. – Вип. 30. – С. 220 – 226.
268. Стадніченко С.М. Використання структурно-логічних схем для реалізації системного підходу в умовах особистісно орієнтованого навчання // Наукові записки. – Вип. 60. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2005. – Ч. 2. –

С. 113 – 119.

269. Стадніченко С.М. Використання сучасних інформаційних технологій при формуванні елементів знань розділу “Молекулярна фізика” // Збірник наукових праць: Освітнє середовище як методична проблема. – Херсон, В – во ХДУ, 2006. – С. 176 – 179.
270. Стадніченко С.М. Елементи симетрії при вивченні розділу “Молекулярна фізика”// Наукові записки. – Вип. 60. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2005. – Ч.2. – С. 222 – 225.
271. Стадніченко С.М. Здійснення міжпредметних зв’язків за умови профілізації середньої школи // Наукові записки. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2006. – Вип. 66. – Ч.2. – С. 71 – 76.
272. Стадніченко С.М. Молекулярна фізика в середній школі. – Дніпропетровськ: Інновація, 2004. – 132 с.
273. Стадніченко С.М. Перспективи зміни навчального процесу з фізики за умови профілізації школи // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – Кам’янець-Подільський: К-ПДУ, інформаційно-видавничий відділ, 2005. – Вип. 11. – С. 88 – 91.
274. Стадніченко С.М., Потапова Т.В. До питання про методи підвищення якості знань учнів з фізики // Наукові записки. – Вип. 66. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2006. – Ч. 2. – С. 188 – 194.
275. Стадніченко С.М. Про системоутворення у навчанні фізики // Наукові записки. – Вип. 42. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2002. – С. 61 – 65.
276. Стадніченко С.М. Розвиток в учнів пізнавального інтересу до фізики // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини. – К.: Науковий світ, 2006. – С. 178 – 185.
277. Стадніченко С.М., Садовий М.І. Енергія та флуктуації як фундаментальні поняття шкільного курсу фізики // Наукові записки. – Вип. 51. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2003. – Ч. 1 – С.163 – 166.
278. Стадніченко С.М. Упорядкування навчального матеріалу розділу

“Молекулярна фізика” на основі системного підходу // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми. – Кам’янець-Подільський: К-ПДУ, редакційно-видавничий відділ, 2006. – Вип. 12. – 328 с. – С. 76 – 79.

279. Стадніченко С.М. Фізичний експеримент з молекулярної фізики за умов рівневого та профільного навчання // Наукові записки. – Вип. 72. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград, 2007. – Ч. 1. – С. 285 – 291.
280. Станкин М.И. Психология восприятия // Физика в школе. – 1996. – № 4. – С. 70 – 74.
281. Старіш О.Г. Системологія. – Київ: Центр навчальної літератури, 2005. – 232 с.
282. Старощук В.А., Костюкевич Д.Я. Удосконалення організації фізичного практикуму // Фізика та астрономія в школі. – 2002. – № 4. – С. 34 – 37.
283. Столяренко Л.Д. Основы психологии: Практикум. – Ростов-на-Дону.: Феникс, 2003. – 703с.
284. Сумський В.І., Воловий Р.П., Мисловська С.К., Мислицька Н.А., Чернійчук П. До питання про електронні підручники майбутнього // Фізика та астрономія в школі. – 2003. – № 5. – С. 39 – 46. – 2003. – № 2. – С. 19 – 24.
285. Сухомлинський В.О. Вибрані твори. – К.: Рад.шк., 1981. –Т.ІІ. –324 с.
286. Сучасний урок: інтерактивні технології навчання: Наук.-метод. посіб. – К.: А.С.К., 2003. – 192 с.
287. Сущенко С.С. Повышение эффективности обучения электромагнетизма на основе совершенствования структуры учебного материала: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. – Киев, 1979. – 17 с.
288. Талызина Н.Ф. Формирование познавательной деятельности учащихся. – М.: Знание, 1983. – 96 с.
289. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. – М.: Изд. МГУ, 1975. – 343 с.
290. Тарасов Л.В. Необходимость перестройки преподавания естественных предметов на основе интегративно-гуманитарного подхода // Физика в школе. –

1989. – № 4. – С. 32 – 44.

291. Тарасов Л.В. Современная физика в средней школе. – М.: Просвещение, 1990. – 288 с.
292. Татух М.Д. Структурування знань – необхідна умова якісного навчання // Фізика та астрономія в школі. – 2006. – № 3. – С. 9 –13.
293. Увага дитини // Психологічний інструментарій / Упоряд. С. Максименко, Л. Терлецька, О. Главник. – К.: Главник, 2004. – 112 с.
294. Уроки фізики в 9 класі: Посіб. для вчителя / За ред. Бугайова О.І. – К.: Рад. шк., 1977. – 229 с.
295. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. – М.: Мысль, 1978. – 272 с.
296. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. – М.: Педагогика, 1986. – 176 с.
297. Фалеев Г.И., Перышкин А.В. Курс физики: Учеб. для 9 кл. средней школы / Под ред. О.Д. Хвольсон. – М.: Учпедгиз, 1935. – Ч.2. – 116 с.
298. Фізика. Астрономія. 7 – 12 класи. Програми для загальноосвітніх навчальних закладів. – К.: Ірпінь, 2005. – 80 с.
299. Фізика в запитаннях та відповідях. Інтегрований курс. / Укл. Е.Х. Матохнюк, В.В.Гудзь. – Тернопіль: Мандрівець, 2003. – 56 с.
300. Фізика, 10 – 11 кл.: Програми для профільн. кл. загальноосвіт. навч. закладів з укр. мовою навч. / О. Бугайов, М. Головка, Л. Закота та ін. – К.: Пед. преса, 2004. – 144 с.
301. Физика: Учеб. для 10 кл. шк. и кл. с углубл. изуч. физики / Кабардин О.Ф., Орлов В.А. и др.; Под ред. А.А. Пинского. – М.: Просвещение, 1999. – 415 с.
302. Філософський словник / За ред. В.І. Шинкарука. – 2 вид., перероб. і доп. – К.: Голов. ред. УРЕ, 1986. – 800 с.
303. Фіцула М.М. Педагогіка. – Тернопіль.: Навчальна книга – Богдан, 2007. – 232 с.
304. Форостяна Н.П. Історичні аспекти у вивченні молекулярної фізики в середніх загальноосвітніх навчальних закладах України: Дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 . – К., 2002. – 223 с.

305. Фридман Д.Н. Моделирование в психологии и психологические моделирования // Вопросы психологии. – 1977. – № 2. – С. 15 – 28.
306. Фридман Л.М., Пушкина Т.А., Каплунович И.Я. Изучение личности учащегося и ученических коллективов. – М.: Педагогика, 1983. – 187 с.
307. Чайченко Г.М. Фізіологія вищої нервової діяльності. – К.:Либідь, 1993.– 214 с.
308. Ченцов А.А. Методы разработки системы профессиональной подготовки учителей // Советская педагогика. – 1976. – № 3. – С. 78 – 87.
309. Шаповалова Л.А. Задачний підхід до здійснення міжпредметних зв'язків у середній загальноосвітній школі // Проблеми методики викладання фізики на сучасному етапі. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В.Винниченка, 2000.– С. 88 – 92
310. Шарко В.Д. Сучасний урок фізики: технологічний аспект. – К.: ТОВ “Фірма “Есе”, 2005. – 220 с.
311. Шахмаев Н.М., Шахмаев С.Н., Шодиев Д.Ш. Физика : Учеб. для 10 кл. сред. шк. – М.: Просвещение, 1992. – 240 с.
312. Шахмаев Н.М., Шилов В.Ф. Физический эксперимент в средней школе: Механика. Молекулярная физика. Электродинамика. – М.: Просвещение, 1989. – 255 с.
313. Шиян Н.І. Дидактичні засади профільного навчання у загальноосвітній школі сільської місцевості: Автореф. дис. ... д-ра пед наук: 13.00.09 / Харківський націон. пед. ун-т ім. Г.С. Сковороди. – Х, 2005. – 44 с.
314. Шульга М.С. Молекулярна фізика і термодинаміка в демонстраційних дослідах. – К.: Радянська школа, 1974. – 175 с.
315. Шут М.І., Сергієнко В.П. Науково-дослідна робота з фізики у середніх та вищих навчальних закладах: Навч. посіб. – К.: Шкільний світ, 2004. – 128 с.
316. Шут М.І., Форостяна Н.П. Вибрані питання історії молекулярної фізики (XVIII – початок XX ст.).– К.: Шлях, 2003. – 152 с.
317. Юдин Б.Г. Интеграция наук и системные исследования // Системные исследования, 1986. – М.: Наука, 1987. – С. 58 – 64.
318. Юдин Б.Г. Системный подход и принцип деятельности. – М.:Наука, 1978. – 391 с.
319. Яворский Б.М., Пинский А.А. Основы физики.– М.: Наука, 1981. – Т. 1. – 480 с.
320. Я иду на урок. 10 класс: Молекулярная физика: Книга для учителя. –

М.:Издательство “Первое сентября”, 2000. – 272 с.

321. Якиманская И.С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. – М.: Просвещение, 1996 – 168 с.
322. Ярошенко О.Г. Групова навчальна діяльність школярів: теорія і методика. – К.: Партнер, 1997. – 208 с.
323. Яценко С.Л. Педагогічні умови особистісно орієнтованого навчання учнів у гімназії: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Житомирський держ. ун-т ім. Івана Франка. – Житомир, 2005. – 20 с.
324. Education and Techology. Reflections on Computing in Classrooms / Ed. By Charles Fisher, David C. Dwyer, Keith Yocam. – San Franscisco, 1996. – 314 p.
325. Klein, Stephen B. Learning: principles and applicationst. – Mc Graw – Hill.Inc., 1991. – p. 594.
326. Phillip C. Schlechty. Schools for the 21 st Century. – San Franscisco, 1990. – 164 p.
327. Robert L. Hohn. Classroom Learning and Teaching. – Longman, 1994. – 465 p.
328. Ronald M. Patterson Education: (The general principles of education) Second edimion St.josaphat’s pedagogical institute and Seminary – Washington, D.C.,1982. – p. 413.
329. Scholz W., Armbruster H., Muller U., Wilke H. Physik 11. – Volkseigener Verlag Berlin, 1980. – 176 p.
330. Weinstein M. Critical Thinking: Expanding the Paradigm // Inquiry. Critical Thinking Across the Disciplines. – 1995. – Vol. 5, № 1.– P. 23–39.