

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Фізико-математичний факультет
Кафедра фізики та методики її навчання

МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗАННЯ ТИПОВИХ ЗАДАЧ ІЗ РОЗДІЛУ
«МЕХАНІКА» В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

Кваліфікаційна робота
студентки групи ФМм-24
ступінь вищої освіти магістр
спеціальності 014.08 Середня освіта
(Фізика та астрономія)
Труш Тетяни Вікторівни

Керівник:
доктор технічних наук, професор
кафедри фізики та методики її
навчання
Здешиц В.М.

Анотація

Труш Т.В. Методика розв'язання типових задач із розділу «Механіка» в профільній школі / науковий керівник - доктор технічних наук, професор кафедри фізики та методики її навчання Здешиц В.М. Кривий Ріг, 2025. 70 с.

Метою роботи є вивчення оптимальних методів викладання навчального матеріалу з механіки та розв'язання типових задач з розділу «Механіка» в профільній школі. Робота містить систематизовану інформацію, що ґрунтується на поєднанні теорії й практики, і спрямована на розвиток критичного мислення, дослідницьких і аналітичних умінь учнів під час розв'язування типових фізичних задач. Дана робота може стати настільною книгою як випускника педагогічного університету, так і здобувача освіти закладу загальної середньої освіти природничого профілю, який бажає поглибити свої знання в галузі фізики. Використані у кваліфікаційній роботі системи навчальних прийомів, що поєднують експеримент, цифрові технології та STEM-елементи для формування життєвих і предметних компетентностей, покликані забезпечити досягнення цілей, поставлених Концепцією профільного навчання у старшій школі.

Ключові слова: методика викладання фізики, профільне навчання, розв'язування типових задач, механіка, освіта для життя.

ЗАПЕВНЕННЯ

Я, Труш Тетяна Вікторівна, розумію і підтримую політику Криворізького державного педагогічного університету з академічної доброчесності. Запевняю, що ця кваліфікаційна робота виконана самостійно, не містить академічного плагіату, фабрикації, фальсифікації. Я не надавала і не одержувала недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають покликання на відповідне джерело.

Із чинним Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату в роботах здобувачів вищої освіти Криворізького державного педагогічного університету ознайомена. Чітко усвідомлюю, що в разі виявлення у кваліфікаційній роботі порушення академічної доброчесності робота не допускається до захисту або оцінюється незадовільно.

(підпис)

ЗМІСТ

ВИКОРИСТАНІ СКОРОЧЕННЯ.....	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ I. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ У ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ.....	10
1.1 Зміст природничої галузі в освітніх стандартах та програмах.....	10
1.2 Сучасні концепції фізичної освіти	12
1.3 Значення задач у навчанні фізики	14
1.4 Психолого-педагогічні основи формування вмінь розв’язувати задачі	16
1.5 Місце механіки в курсі фізики профільної школи. Класифікація задач	18
1.6 Етапи розв’язання задач	21
1.7 Методи і підходи розв’язання задач	24
1.8 Теорія з курсу «Механіка», рекомендована до вивчення у профільній школі. Теоретичні відомості, необхідні для розв’язання задач	27
Висновки до Розділу I.....	32
РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ ПІДРУЧНИКІВ ТА ЗБІРНИКІВ ЗАДАЧ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ.....	33
2.1 Аналіз підручників для вивчення фізики у профільній школі	33
2.2 Короткий огляд збірників задач для профільного вивчення фізики	43
Висновки до Розділу II	44
РОЗДІЛ III. ПРИКЛАДИ РОЗВ’ЯЗАННЯ ТИПОВИХ ЗАДАЧ ІЗ РОЗДІЛУ «МЕХАНІКА» В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ	46
3.1 Типові задачі: Прямолінійний рівномірний рух	46
3.2 Типові задачі: Відносний рух	47
3.3 Типові задачі: Прямолінійний рівноприскорений рух.....	48
3.4 Типові задачі: Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту	49
3.5 Типові задачі: Рух тіла по колу.....	50
3.6 Типові задачі: Вільне падіння.....	51
3.7 Типові задачі: Динаміка. Другий закон Ньютона.....	53
3.8 Типові задачі: Рух тіла під дією кількох сил.....	54

3.9 Типові задачі: Імпульс. Механічна енергія. Закони збереження імпульсу та енергії.....	55
3.10 Типові задачі: Механічна робота. Потужність. ККД	56
3.11 Методика формування добірки задач на урок з механіки у профільній школі.....	58
3.12 Типові помилки учнів під час розв’язування задач з механіки.....	60
Висновки до Розділу III	65
ВИСНОВОК	66
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	68

ВИКОРИСТАНІ СКОРОЧЕННЯ

ЗСО – загальна середня освіта

ШКФ – шкільний курс фізики

ЗНО – зовнішнє незалежне оцінювання

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасний етап реорганізації освіти у державі характеризується переходом до компетентнісної парадигми, що передбачає формування в учнів не лише системи знань, а й умінь застосовувати ці знання у практичних і нестандартних ситуаціях, приймаючи виклики сьогодення. А значить, основним завданням освітньої системи стає підготовка особистості, яка не просто стане повноцінним членом суспільства, зможе опанувати вибрану професію, стане у тій галузі гарним спеціалістом, але й володітиме тими навичками і вміннями, достатнім рівнем мислення з усіма його когнітивними компонентами, що стануть запорукою в подоланні всіх майбутніх життєвих задач. Саме тому особливого значення набуває навчання фізики, адже саме ця дисципліна закладає фундамент наукового світогляду, розвиває логічне, критичне й алгоритмічне мислення, вміння аналізувати явища природи та робити висновки на основі законів науки. Одним із ключових засобів реалізації цих цілей є розв’язування фізичних задач.

Механіка традиційно займає провідне місце у шкільному курсі дисципліни. Це найбільший і найфундаментальніший розділ, який охоплює закономірності руху, взаємодії тіл, енергії та її перетворень. Знання з механіки є базовими для подальшого вивчення наступних розділів: молекулярної фізики, електрики, оптики, а також для розуміння явищ, що відбуваються у техніці, природі та повсякденному житті загалом. У профільній школі вивчення механіки відбувається на поглибленому рівні, що вимагає більшої уваги до методики формування в учнів навичок розв’язування задач різних типів.

Практика викладання свідчить, що значна частина учнів відчуває труднощі під час розв’язування задач з механіки. Це пояснюється як складністю фізичного матеріалу, так і недостатнім розвитком умінь аналізувати умову завдання, будувати фізичну модель, спираючись на базові уявлення, обирати раціональний спосіб розв’язання, виконувати математичні перетворення, інтерпретувати

результат. Часто учні орієнтуються на механічне заучування формул без усвідомлення фізичного змісту, що призводить до формального характеру навчання і низької ефективності. Наприклад, з власного викладацького досвіду пригадую наступний випадок: учень, розв'язуючи завдання з теми «Спеціальна теорія відносності» на знаходження швидкості об'єкту, визначив значення величини, рівним $2,3c$ (де c – швидкість світла у вакуумі). Звісно, що скоріше тут мало місце використання штучного інтелекту, який не зовсім точно визначив співвідношення між рухомими тілами у контексті релятивістської механіки, а от учень явно не проаналізував отриманий результат, не зміг оцінити його реальність, відповідність до теорії фізики.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває потреба у розробці цілісної методики навчання розв'язування типових задач з механіки, яка б враховувала:

- сучасні стандарти Нової української школи;
- вимоги профільної освіти;
- психологічні особливості старшокласників;
- потреби розвитку ключових і предметних компетентностей.

Отже, **метою даної роботи** є вивчення оптимальних методів викладання навчального матеріалу з механіки та розв'язання типових задач з розділу «Механіка» в профільній школі.

Для досягнення поставленої мети слід виконати наступні **завдання**:

1. Проаналізувати сучасний стан методики навчання фізики в профільній школі.
2. Розкрити психолого-педагогічні основи формування вмінь розв'язувати задачі.
3. Класифікувати типові задачі з механіки.
4. Провести огляд існуючих підручників, збірників задач з механіки та методів їх розв'язування.
5. Здійснити пошук оптимальних методів викладання законів механіки та добір типових задач для цієї теми.

6. Сформулювати рекомендації для практики (розв'язування задач на уроках різного типу).

Об'єкт дослідження: процес навчання фізики в профільній школі.

Предмет дослідження: методика навчання розв'язування типових задач з механіки.

Методи дослідження. У роботі використано: аналіз і узагальнення психолого-педагогічної та методичної літератури; аналіз освітніх стандартів, навчальних програм і підручників, рекомендованих Міністерством освіти і науки України для вивчення фізики в профільній школі.

Наукова новизна: у роботі уточнено класифікацію типових задач з механіки для профільної школи та розроблено методику їх розв'язування з урахуванням компетентнісного підходу.

Практична значущість: матеріали роботи можуть бути використані учителями фізики під час підготовки до уроків; студентами педагогічних університетів; у позакласній роботі та підготовці до ЗНО/НМТ; для створення тематичних збірників задач, а також в якості зручного методико-дидактичного матеріалу в системі підготовки та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів.

Апробація результатів. Зазначені у магістерській роботі методики розв'язування типових задач з механіки були використані в процесі професійної діяльності як викладача фізики в період 2010-2025 рр.

Структура роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновку, списку використаної літератури та додатків.

РОЗДІЛ І. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ У ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

1.1 Зміст природничої галузі в освітніх стандартах та програмах

У професійній діяльності вчитель послуговується цілою низкою законодавчих документів, які визначають завдання і цілі як природничої освітньої галузі в цілому, так і його окремих компонент. Із закону «Про освіту» визначаємо, що основною метою освіти є загальний розвиток особистості; людина зазначається як найвища цінність суспільства, тому у процесі навчання важливими є її таланти, інтелектуальні, творчі та фізичні здібності, які стають фундаментом для успішної реалізації компетентностей. Людина має стати елементом суспільства, що має усвідомлення свідомого вибору, та направляти свою діяльність на благо іншим. Тож ми маємо спрямовувати свої зусилля, аби примножувати культурний потенціал держави, що має забезпечити сталий розвиток країни [1]. Часто, говорячи про всебічний розвиток людини, мають на увазі формування спектру компетентностей, серед яких ми можемо виділити в першу чергу основні компетентності в природничих науках і технологіях. Саме в освітній галузі «Природознавство» формується система знань, яка є основою для правильного світосприйняття та побудови дійсної природничо-наукової картини світу; а учні мають змогу опанувати науковий стиль мислення, а також усвідомити способи діяльності і ціннісні орієнтації, що є основою сучасного виробництва, техніки та технологій.

Фундаментом змісту будь-якої освітньої галузі є принцип наступності між різними ланками школи – початковою, основною та старшою, з подальшим продовженням зв'язку з освітою вищою. Прикладом цього є природознавча підготовка учнів початкової школи у курсі «Людина і світ», яка закладає розуміння основних принципів і понять, та готує до набуття ключових компетентностей основної школи, за якими здобувач освіти повинен вміти самостійно (або за допомогою вчителя) не лише здійснювати дослідницьку діяльність за складеним планом, що має на меті підтвердити висунуті гіпотези, а

й вміти аналізувати отримані результати, а також визначати їх практичне значення [3].

У подальшому навчання можна реалізувати у профільному курсі старшої школи, при якому за умови структурних змін, корекції змісту навчання та адаптації освітнього процесу під зовнішні вимоги та чинники можна якомога повніше врахувати відмінності здобувачів освіти, їх інтелектуальний потенціал, а також нахили, здібності та інтереси. Таким чином організовується шлях досягнення ключових освітніх цілей для успішної реалізації соціального та професійного самовизначення [2].

Якщо звернути увагу на профільне навчання у старших класах, то тут визначальною є Концепція профільного навчання, для якої наскрізним завданням зазначається організація рівного доступу здобувачів освіти до початкової допрофесійної підготовки, в іншому варіанті – загальноосвітньої профільної; кожен здобувач освіти має отримати такі необхідні знання і навички, аби бути здатним навчатись впродовж усього життя. Також слід зазначити і важливість виховання особистості, що спроможна самовизначення, професійного зростання, динамічності та гнучкості в умовах викликів сучасності [4].

Це можна реалізувати шляхом визначення базових предметів, які є обов’язковими для кожного – тобто незалежно від обраного профілю (інваріант). Зміст і вимоги цих предметів зазначені у програмі Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти.

Профільним предметам приділяється більша увага – вони вивчаються поглиблено, дозволяють засвоїти ширший діапазон понять, законів і теорій; а вивчення їх забезпечується використанням інноваційних технологій, які краще структурують та систематизують навчальну інформацію; введенням дослідницької та проектної діяльності тощо.

Одним з основних завдань профільного навчання є формування системи уявлень, ціннісних орієнтацій, дослідницьких умінь і навичок, що є запорукою успішної самореалізації особистості – такої особистості, яка не лише задовольнятиме вимоги сьогодення, а тої, яка зможе стати

конкурентоспроможною, відповідатиме загальноєвропейським тенденціям та прогнозованому майбутньому в усіх сферах діяльності.

1.2 Сучасні концепції фізичної освіти

Запити сьогодення, вимоги стрімко змінюваного суспільства вимагають створення нових концепцій, здатних забезпечити розвиток ключових компетенцій. Наразі впроваджується Концепція [5], яка визначає основні положення Нової української школи через компетентнісний підхід як базову засаду оновленого освітнього процесу.

Компетентнісний підхід являється фундаментальною методологічною основою, що забезпечує узгодженість між вимогами національних стандартів і міжнародними орієнтирами PISA, поєднує предметні знання з універсальними навичками, розкриває потенціал фізики як дисципліни, що формує цілісну наукову картину світу.

Використання компетентнісного підходу в освітній процес профільної школи має багатовимірне значення: воно сприяє гармонізації української освіти з європейським простором, забезпечує підготовку учнів до вимог ХХІ століття [6].

Варто згадати також і про концепцію «навчання для життя», котра виникла як міжнародна освітня стратегія для рішення соціальних та технологічних викликів сучасності. Швидкі зміни на ринку праці, цифровізація та глобалізація потребують від людини здатності адаптуватися, навчатися протягом життя та застосовувати набуті знання у повсякденні. Саме тому бачимо і так звані «університети третього віку», які дозволяють опановувати нове і сучасне людям старшого покоління, і масу різноманітних довгострокових і коротких курсів з опанування soft and hard skills в найрізноманітніших наукових дисциплінах, де переважає здобуття знань, вмінь і навичок в технологічній та інформаційній галузях.

Говорячи про структуру і зміст ЗСО в Україні, слід зазначити наступні події. У 2001 році були розроблені дві концепції шкільної фізичної освіти,

авторами першої з котрих стали Є. В. Коршак, Г. П. Грищенко, М. І. Шут, другої – О. І. Бугайов.

Автори першої концепції прагнули максимально зберегти тодішню систему фізичної освіти разом із наявними вже напрацьованими навчально-методичними матеріалами. На їхню думку, оновлення мало полягати у збільшенні практичної складової навчання: розширенні кількості фронтальних лабораторних робіт, використанні коротких дослідницьких завдань, експериментальних задач, а також домашніх дослідів і спостережень. Дослідники пропонували запровадити узагальнений курс, спрямований на систематизацію та узагальнення знань з фізики й астрономії, який включав би відомості про фізику живої та неживої природи, фізику та техніку, знайомив із синергетичними підходами та сприяв формуванню цілісної наукової картини світу в учнів. [3, с.9].

Така концепція має чимало прихильників, оскільки дозволяє врахувати психологічні та інші особливості сучасних підлітків, які доволі проблематично запам'ятовують «суху» та нецікаву теорію – у цьому випадку вони мають можливість структурування фізичних знань на особистому досвіді, в тому числі методом спроб і помилок.

Автор другої концепції, О. Бугайов, більш ґрунтовно та широко проаналізував питання теорії й методики навчання фізики в контексті переходу загальноосвітньої школи на 12-річний період навчання. Він звернув увагу на зменшення кількості годин, відведених на вивчення дисципліни, що було наслідком загального розвантаження шкільної програми. На думку Бугайова, ШКФ повинен відображати інтеграційні процеси та новітні наукові напрями, які сформувалися на межі кількох наук і сприяли розширенню сфери фізичних досліджень у XX столітті: це вивчення космічних явищ (астрофізика), процесів у земних надрах (геофізика), а також закономірностей живих систем (біофізика, молекулярна біологія). Саме через це, на його переконання, фізику мають вивчати всі школярі, незалежно від профілю старшої школи, хоча й у різному обсязі.

Дослідник підкреслює, що диференціація навчання нерідко поєднується з інтеграцією наукових знань. Він пропонує для учнів 10–12 класів гуманітарного профілю створити інтегрований курс, який об'єднає фізику, хімію та біологію і виступить як основи сучасного природознавства. Фізичну складову такого курсу можуть становити матеріали загальнокультурного характеру (курс А). Крім того, учений наголошує на доцільності включення астрономічного компонента до змісту фізичної освіти як у базовій, так і в поглибленій підготовці. [3, с.10]. І саме реалізацію цієї концепції ми бачимо, аналізуючи Методичні рекомендації щодо викладання окремих освітніх галузей, а також навчальні предметні плани, рекомендовані Міністерством освіти і науки України.

Наскрізною лінією усіх типових освітніх планів та навчальних програм є розвиток предметних компетентностей з фізики – це знання законів, моделей та фізичних явищ, а також уміння застосовувати їх у практичних експериментах та дослідженнях. Розвиток цих компетентностей неможливий за умови ігнорування зв'язку природничої галузі з іншими – наприклад, фізики без інтеграції з математикою та інформатикою. Це дозволяє здобувачам освіти аналізувати експериментальні дані, будувати графіки та моделі, а також створювати цифрові симуляції різних фізичних явищ. Такі міжпредметні інтеграції формують критичне мислення, здатність до планування та оцінки результатів, навички командної роботи й презентації результату.

Фізичні знання стають основою для розв'язання проблем у різних сферах, пов'язаних із використанням матеріальних та енергетичних ресурсів, а також сприяють ефективній організації особистої діяльності [5, с.7].

Найкращим способом ефективного та швидкого засвоєння базових знань з фізики є практичне використання теорії, в тому числі під час розв'язування задач.

1.3 Значення задач у навчанні фізики

Навчальна фізична задача є однією з ключових категорій методики навчання фізики. За допомогою задачі учень отримує можливість застосовувати теоретичні знання на практиці, встановлюючи причинно-наслідкові зв'язки,

моделювати фізичні явища та робити висновки. Задачі можна вважати основою діяльнісної складової навчання, оскільки вони формують уміння діяти – аналізувати, обчислювати, прогнозувати, моделювати, доводити.

Функції фізичних задач у навчанні різноманітні:

1. Освітня: задачі сприяють кращому розумінню понять, законів і закономірностей. Під час розв’язування учень повторює і систематизує знання, оскільки для кожного кроку потрібне розуміння фізичного змісту.

2. Розвиваюча: задачі тренують логічне, алгоритмічне, критичне мислення, розвивають просторову уяву, уміння працювати з графіками, схемами, математичними моделями.

3. Виховна: процес розв’язування задач формує наполегливість, акуратність, відповідальність, уміння аналізувати власні помилки та долати труднощі.

4. Контролююча: задачі дають можливість вчителю об’єктивно оцінити рівень знань та вмінь учнів, виявити прогалини у розумінні матеріалу, визначити напрямки корекції навчання.

5. Практична: задачі пов’язують шкільну фізику з реальним життям. Задачі про рух автомобілів, падіння тіл, роботу механізмів, взаємодію тіл і сил формують практичну грамотність і підготовку до повсякденних ситуацій.

У профільній школі роль задач посилюється, оскільки навчання орієнтоване на глибше засвоєння матеріалу та підготовку до подальшого навчання у технічних, природничих, інженерних спеціальностях. Учень має опанувати не лише типові прийоми, а й навчитися творчо застосовувати знання, будувати моделі, знаходити оптимальні методи розв’язання.

Таким чином, задачі з механіки є ключовим інструментом формування компетентностей: математичної, природничої, інженерної, уміння вчитися, критичного мислення та інформаційної грамотності.

1.4 Психолого-педагогічні основи формування вмінь розв'язувати задачі

Розв'язування фізичних задач спирається на складну взаємодію логічних операцій, інтелектуальних умінь, рівня сформованості понять та індивідуально-психологічних характеристик учня. Психологи підкреслюють, що старшокласники здатні до абстрактного, логічного і системного мислення, але їм притаманні певні труднощі: нестійкість уваги, недостатній рівень самоконтролю, потреба у мотивації та практичній цінності матеріалу [7].

Науковці (П. Гальперін, Л. Виготський, Б. Теплов, Дж. Брунер та інші) відзначають, що формування умінь розв'язування задач відбувається у декілька етапів:

1. *Етап орієнтації* (аналітичний етап): учень має правильно зрозуміти умову задачі, виділити фізичні об'єкти, взаємодії, процеси, встановити зв'язки між величинами. На цьому етапі виникають найбільші труднощі – учень не бачить фізичної ситуації «за формулами».

2. *Етап моделювання*: учень будує фізичну модель (систему відліку, схему сил, графік руху). Від якості моделі залежить успішність усього розв'язання.

3. *Етап планування*: учень обирає закони і формули, визначає шлях розв'язання. Важливим є вміння уникати зайвих обчислень, шукати раціональні способи.

4. *Етап реалізації плану*: виконується математичний аналіз – підстановка, обчислення, спрощення. Саме тут є доречним виведення кінцевої розрахункової формули, яка виражає співвідношення між усіма фізичними величинами, зазначеними в задачі.

5. *Етап рефлексії*: перевірка отриманого результату, аналіз розмірностей величин, оцінка фізичної правдоподібності.

Психолого-педагогічні дослідження показують, що багато учнів пропускають перші три етапи, намагаючись одразу підібрати формулу. Саме тому методика має навчати:

- аналізувати умову;
- будувати фізичну модель;
- пояснювати кожну дію;
- перевіряти результати.

Під час розв’язування задач у профільній школі важливо враховувати такі особливості старшокласників: потребу в автономності та самостійності (що виключає уроки, на яких задачі біля дошки розв’язує вчитель, а учні механічно відтворюють матеріал у зошиті), схильність до раціонального мислення, готовність працювати з великими обсягами інформації, інтерес до техніки, технологій, експериментів (останні вносять найбільше позитивне емоційне забарвлення в урочну діяльність).

Тому методика навчання розв’язування задач повинна бути гнучкою, дослідницькою, спиратися на наочність, симуляції, проблемні ситуації та практичні приклади.

Безумовно, ефективність розв’язання задач визначається багатьма чинниками, зокрема налаштуванням на результат, умовами для виконання навчальної діяльності, та емоційно-мотиваційним станом. Що стосується відповідних умов для навчання, то інколи майже неможливо вплинути на деякі з них. Практично всі освітяни відмічають зниження, ослаблення ефективності навчання в умовах війни, коли через постійний тривалий стрес відсутня потрібна концентрація для повноцінної активації когнітивних функцій людини.

Можуть знижувати продуктивність і попередні невдачі, і невідповідна мотивація: як надто висока, так і надто низька мотивація (закон Єркса–Додсона). Отже, викладач повинен забезпечити такі умови навчання, за яких мотивація учнів буде максимально наближеною до оптимальної та сприятиме їхній активній роботі. Важливу роль при цьому відіграє правильний підбір завдань відповідно до їхньої складності: складніші задачі потребують нижчого рівня мотивації, тоді як легші — вищого мотиваційного стимулу [8].

Не варто забувати і про так звану функціональну закріпленість – коли інформація, вивчена в курсі однієї дисципліни, не сприймається як метод чи

спосіб розв’язання завдання з іншої дисципліни (наприклад, алгоритм дій знаходження нулів квадратичної функції не сприймається як розв’язок задачі про рух тіла, що кинули під кутом до горизонту).

Таким чином, плануючи освітню діяльність, перш за все вчитель має створити необхідні психологічні умови для навчання. Наступним кроком доцільно буде розглянути ті методи і засоби навчання, які дозволять формувати гармонійну особистість відповідно до вимог сучасності.

1.5 Місце механіки в курсі фізики профільної школи. Класифікація задач

Механіка є першим і фундаментальним розділом ШКФ. У профільній школі її вивчають глибше, ніж на рівні стандарту, з більшою кількістю задач, практичних робіт та додаткових тем [9].

Отже, згідно з Типовими навчальними планами маємо таке наповнення розділу «Механіка»:

1. Кінематика – рівномірний і рівноприскорений рух; рух тіла, кинутого під кутом до горизонту та горизонтально; рух по колу, графіки руху;
2. Динаміка – закони Ньютона, сили (тертя, тяжіння, пружності тощо), вага, рух тіл під дією сили та декількох сил, імпульс;
3. Статика та гідростатика – рівновага тіл, умови рівноваги, тиск, закон Паскаля, закон Архімеда;
4. Закони збереження – енергії, імпульсу, механічної роботи; ККД, перетворення механічних енергій.

Усі перераховані теми мають надзвичайне важливе значення, адже пояснюють дуже широкий спектр явищ, який відбувається навколо нас, а закони і поняття механіки глибоко проникають практично в усі можливі професії – від архітектора і хірурга до водія вантажівки. Саме через універсальність механічних знань цей розділ був обраний для створення методичної розробки.

Вивчення механіки включно із практичною діяльністю, тобто розв’язуванням задач, сприяє розвитку цілого ряду компетентностей:

- вміння описувати фізичні явища мовою законів;
- математичне моделювання;
- робота з певними математичними конструктами (векторами, графіками, похідними та інтегралами (за потреби));
- уміння аналізувати реальні фізичні системи.

Зважаючи на розмаїття механічних явищ, існує і велика кількість видів задач, а значить, методика має включати поетапне оволодіння кожним різновидом. Розглянемо класифікацію задач (табл..1.1), яка необхідна для того, щоб учитель міг планувати навчання поступово: від простого до складного, від базових умінь до творчих [10].

Класифікація задач				
За розділом механіки	За способом подання умов	За рівнем складності	За типом діяльності	За переважним методом розв'язування
<u>Кінематичні</u> (без сил): рух по прямій, рух по колу, графічні задачі	<u>Текстові</u>	<u>Базові</u> (тренувальні) – на застосування однієї формули	<u>Репродуктивні</u> виконання знайомого алгоритму	<u>Аналітичні</u> (математичний аналіз)
<u>Динамічні</u> задачі: рівнодійна сила, закон Ньютона, сила тертя, сила тяжіння.	<u>Графічні</u> (визначення залежностей Π - y $x(t)$, $a(t)$, $v(t)$)	<u>Стандартні:</u> потребують комбінації кількох фізичних законів	<u>Перетворювальні</u> потребують модифікації стандартного прийому	<u>Графічні</u> (побудова графіків руху)
<u>Задачі на закони збереження:</u>	<u>Експериментальні</u> (з даними	<u>Підвищеної складності:</u> містять приховані	<u>Творчі:</u> побудова власного	<u>Векторні</u> (аналіз сил, імпульсів)

енергія, імпульс, робота	дослідку)	елементи, потребують моделювання	способу розв'язання	
<u>Статичні:</u> рівновага тіл, плече сили, моменти сил	Задачі з рисунками і схемами	<u>Олімпіадні:</u> нестандартні, творчі, елементами відкритості	<u>Проблемні:</u> містять з суперечність або нестандартну ситуацію	<u>Моделюючі</u> (побудова фізичної моделі)

Табл.1.1 Класифікація задач

Розглянемо найбільш поширені види задач. У *текстових задачах* умова подається здобувачу освіти словесно у вигляді тексту, і містить потрібні дані (за винятком фізичних констант, значення яких визначаємо із довідників). У текстовій задачі можуть міститися відомості, які не очевидні для розв'язку задачі, але впливають в результаті осмислення. Окрім того, процес сприйняття задачі супроводжується перекодуванням за допомогою кодів більш високого порядку – тобто запис умови задачі, використання малюнків, схем та креслень.

Для розв'язання *стандартних задач* необхідно застосувати декілька закономірностей, що поєднують знання різних тем і навіть розділів фізики. Наприклад, для розв'язання задачі на знаходження часу, необхідного для отримання окропу заданої маси за допомогою електроплитки певного типу, необхідно застосувати фізичні знання із розділів «Теплові явища» та «Електричні явища», що відповідають навчальному матеріалу різних семестрів 8-го класу середньої школи, використовуючи універсальні закони збереження (в даному випадку, закон збереження і перетворення енергії). Такі задачі сприяють поглибленню знань з фізики, усвідомленню взаємозв'язку між різними явищами, а також можуть використовуватися для тематичного контролю, даючи уявлення про рівень засвоєння учнями навчального матеріалу.

Основою *графічних задач* є графік, заданий в умові, або такий, який необхідно візуалізувати, виконавши певні обчислення та аналіз даних. Графік

може вказувати на залежність між деякими фізичними величинами (наприклад, залежність між силою струму та напругою при фіксованому електричному опорі), або ж виражати порівняння між однотипними величинами (як то графік швидкостей декількох рухомих тіл в системі координат $v(t)$).

Експериментальні задачі для свого розв’язання потребують отримання вхідних даних через виконання експериментального дослідження. Розрізняють якісні та кількісні експериментальні задачі. До перших можна віднести з’ясування умов плавання тіла (розділ «Механіка», 7-й клас), до другого – обчислення прискорення вільного падіння на основі коливань математичного маятника (розділ «Механіка», 10-й клас).

Кількісні (розрахункові) задачі найбільш поширені у процесі вивчення фізики, оскільки знайомлять із певними закономірностями усіх розділів дисципліни, закріплюють навички обчислення характеристик різних явищ, дозволяють усвідомити зміст базових фізичних законів (а саме законів збереження і перетворення, законів постійного струму, законів динаміки, законів оптики тощо). Зазвичай вони присутні на кожному ж уроку, тобто на всіх етапах освітньої діяльності, незалежно від типу уроку та рівня навчальних досягнень (в такому випадку навіть розрахункові задачі повинні мати різні рівні складності).

1.6 Етапи розв’язання задач

Яких саме етапів необхідно дотримуватись під час розв’язання задач? Розглянемо узагальнену схему розв’язування фізичної задачі (рис. 1.1) [10]:

В лівій частині схеми бачимо логічний ланцюжок послідовних кроків, а справа – деталізацію кожного з етапів.

Зазначимо, що деякі ланки схеми є обов’язковими – як то вивчення умови задачі, аналіз фізичного змісту для пошуку відповідності задачі певним темам, законам; частина схеми може бути виключена за необхідності – не завжди потрібно виконувати малюнок чи одержувати кінцеву формулу для розрахунку величин в результаті поступових та логічних перетворень співвідношень між фізичними величинами.

Перш за все необхідно прочитати умову задачу. Інформація, отримана в результаті осмислення умови, відображається через запис короткої умови за допомогою позначень фізичних величин. За необхідності виконується рисунок, а значення наявних фізичних величин виражаються у прийнятій для розв'язання інтернаціональній системі одиниць.

Обов'язковим кроком є з'ясування невідомого – що необхідно визначити в процесі освітньої діяльності. Наскільки якісно і швидко це буде відбуватись – залежить від рівня розвинутих гностичних умінь. Запис попередньої інформації оформлюють згідно з вимогами, відділяючи задане і шукане вертикальними та горизонтальними рисками.

Здавалося б, дана схема є досить простою і зручною у використанні. Однак далеко не всі педагоги дотримуються цих етапів, не дотримуються вимог щодо оформлення розв'язання задач. Без систематичності та послідовної, необхідної кількості розв'язаних задач, при недоцільному їх підборі використання цього важливого процесу призводить до вкрай сумних наслідків. Так, за результатами НМТ-2025, найскладнішим серед вибіркового предметів була фізика, і серед тих, хто її обрав, 10,3% не впоралися із тестуванням, не подолавши прохідний бал [11].

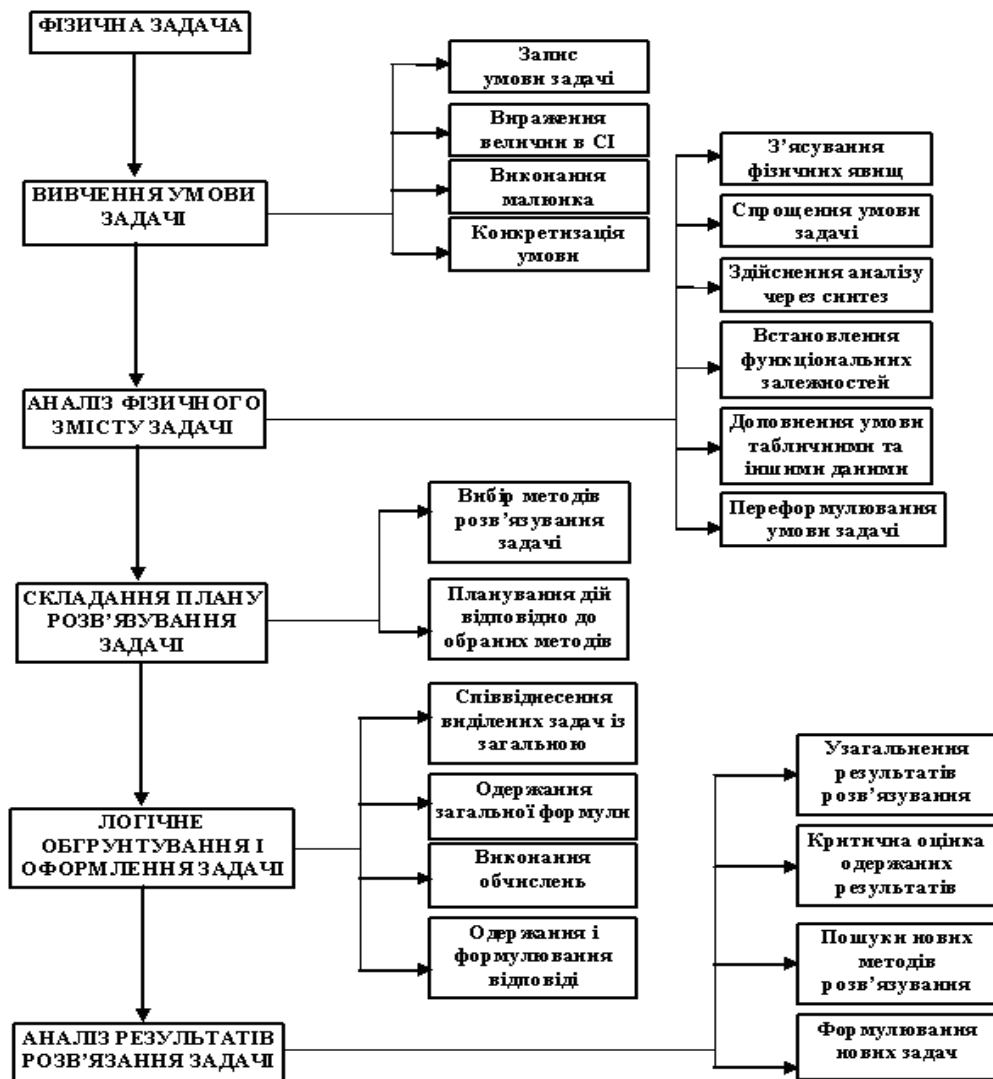


Рис.1.1 Етапи розв'язання задачі

Однією із причин цього слугує втрата хоча б однієї із ланок процесу розв'язання задач, а це, в свою чергу, автоматично призводить до поразки. А зважаючи на те, що саме розв'язані задачі складають левову частку оцінки з предмету, то не є дивною низька успішність з даної дисципліни, розчарованість у науці, яка на перших порах викликала захват і позитивні емоції, відсутність бажання пов'язувати свою майбутню діяльність з фізикою. Тому вже зараз можна говорити про освітню кризу у вивченні дітьми природничих дисциплін і фізики зокрема. Враховуючи також психофізіологічні особливості сучасного покоління дітей, так званого Z-покоління, у якого переважає кліпове сприйняття, ми маємо спрямувати свої зусилля на пошук ефективних і доступних методів і способів педагогічної діяльності.

1.7 Методи і підходи розв'язання задач

Наступний крок дій – це складання плану розв'язання задачі, який має визначити найбільш доцільні та раціональні методи.

В залежності від того, які саме логічні операції застосовуються при розв'язанні задачі, розрізняють методи розв'язання – аналітичний, синтетичний та аналітико-синтетичний.

Аналітичний метод передбачає поділ складної задачі на простіші, комфортні та легко усвідомлювані підзадачі, розв'язання яких сприятиме баченню цілісної картини. Для розв'язання необхідно визначити можливі закономірності, осмислити причинно-наслідкові зв'язки між окремими елементами, а за необхідності – якщо з'ясуємо неповноту даних – доповнити умову задачі довідниковою інформацією. В результаті послідовних перетворень формул, що є вираженням усіх зв'язків та закономірностей, виводимо кінцеву розрахункову формулу.

Синтетичний метод, як випливає з його назви, ґрунтується на об'єднанні окремих фізичних закономірностей, що дає змогу учневі зрозуміти умову складної задачі, послідовно досліджуючи її частини та узагальнюючи отримані результати. На відміну від попереднього методу, розв'язання тут починається з вихідних величин. Глибше вивчення задачі здійснюється шляхом виявлення нових зв'язків між шуканими та відомими величинами і подальшим синтезом результатів. Отримані таким чином нові знання стають основою для наступного етапу аналізу, що знову завершується синтезом на вищому рівні. У цьому процесі аналіз і синтез безперервно взаємодіють, розкриваючи суттєві зв'язки між явищами та фізичними величинами. Логічним та ефективним є поєднання вищезгаданих методів, тому можна говорити про сукупний аналітико-синтетичний метод розв'язання задач. [10].

Досить цікавим є *метод розмірностей*, який хоч і не дозволяє зробити точні розрахунки або провести певні вимірювання, а інколи це і зовсім неможливо (тут можна згадати правило зміщення Віна, яке описує поведінку абсолютно чорного тіла – але ж, звісно, провести безпосередні виміри на такому

астрономічному об'єкті ми не можемо). Даний метод цікавий учням тим, що дозволяє буквально «на рівному місці, з нічого» отримувати правильні оцінки масштабів досліджуваних явищ.

Використання цього підходу до розв'язання задач накладає певні обмеження: необхідно «слідкувати» за розмірністю розрахованої фізичної величини, зважаючи на кінцеву формулу розрахунку. Адже після всіх перетворень ми маємо отримати розмірність, що співпадатиме з розмірністю її одиниці.

Щодо одиниць вимірювання, то у фізиці визначені 7 основних фізичних величин та їх одиниць (табл. 1.2).

Фізична величина	Буквене позначення	Одиниця вимірювання
Сила струму	I	А (ампер)
Кількість речовини	ν	моль
Довжина	l	м (метр)
Маса	m	кг (кілограм)
Час	t	с (секунда)
Температура	T	К (кельвін)
Сила світла	I	кд (кандела)

Табл. 1.2 Основні фізичні величини та їх одиниці вимірювання

Усі інші величини, використовувані в системі – похідні, які можна виразити через еталонні. Наприклад, можемо визначити розмірність напруги:

$$1 \text{ В} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ Кл}} = \frac{1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}}{1 \text{ Кл}} = \frac{1 \text{ м} \cdot 1 \text{ кг} \cdot 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{1 \text{ А} \cdot 1 \text{ с}} = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{А} \cdot \text{с}^3}$$

Особливої уваги потребує розгляд способів розв'язку *якісних задач*, які потребують пошуку відповіді, спираючись не на явні залежності між фізичними величинами, що виражаються за допомогою математичних формул, а ґрунтуються на розумінні фізичних теорій і законів у словесно-образному вигляді. Якісні задачі можна розв'язати такими способами: евристичним, графічним, експериментальним.

Для *евристичного* способу передбачена постановка логічно зв'язаних запитань, що впливають із умови задачі або є загальновідомими фактами. Такий спосіб використовується переважно за умов неповної інформації, коли ми діємо не за чітким алгоритмом, а спираємось на власний досвід та інтуїцію, що дозволяє нам серед усіх можливих рішень шляхом обмеження перебору варіантів обрати найкращий, а це, в свою чергу, є стимулом творчого мислення.

Розв'язання деяких задач передбачає використання *графічного методу* – у тих випадках, коли мова йде про векторні величини та принципи суперпозиції (наприклад, пошук сумарної напруженості декількох електричних полів або ж визначення напрямку результуючої сили в механіці).

Експериментальний спосіб можна застосувати тоді, коли відповідь на питання визначається шляхом виконання дослідів, які відтворюють перебіг реальних фізичних явищ в лабораторії з можливістю вплинути на той чи інший фактор, а значить – з'ясувати залежності між досліджуваними об'єктами та фактами.

Процес розв'язання задач таким способом є досить складним та багатокроковим, адже здобувач освіти має виконати цілий ряд дій – від висування гіпотез, які визначають можливі зв'язки між явищами, величинами, ознаками, до обробки результатів дослідів та достовірної їх інтерпретації. А відсутність готових і чітко визначених алгоритмів вимагає творчо-пошукової діяльності, що може бути обмежена наявністю доступного відповідного лабораторного обладнання [12].

Для успішного досягнення усіх навчальних завдань, поставлених вчителем у ході своєї професійної діяльності, необхідно використовувати увесь можливий спектр методів і способів, доступних учням певної вікової категорії, відповідно до їх рівня інтелектуального та психічного розвитку – саме це буде запорукою формування потрібних для майбутнього життя дитини ключових компетентностей.

1.8 Теорія з курсу «Механіка», рекомендована до вивчення у профільній школі. Теоретичні відомості, необхідні для розв'язання задач

Зазначимо основні відомості та формули, які необхідні учням для узагальнення і систематизації знань, а також розв'язання задач, розподіливши інформацію відповідно до підрозділів.

I. Основи кінематики

Координата тіла, що рухається із постійною швидкістю, у будь-який довільний момент часу може бути визначена наступною формулою:

$$x = x_0 + vt$$

Швидкість прямолінійного руху є фізичною величиною, що відповідає зміні координати тіла x за одиницю часу:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - x_0}{t - t_0}$$

Прискорення тіла є фізичною величиною, що визначає величину зміну швидкості за проміжок часу, упродовж якого ця зміна відбулась:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Координата тіла, що рухається з певним прискоренням (аналогічно буде виглядати і формула для визначення ординати точки рухомого тіла):

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Швидкість тіла, що рухається з прискоренням:

$$v = v_0 + at$$

Проекція переміщення на вісь OX визначається за рівнянням:

$$S_x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Середня швидкість є фізичною величиною, що дорівнює відношенню шляху, пройденого тілом, до часу, упродовж якого цей рух відбувся:

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

Якщо тіло рухається по колу з постійною за модулем швидкістю, то слід використовувати наступну рівність:

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi Rn = \omega R$$

де R – радіус кола, T – період обертання, n – частота обертання, ω – кутова швидкість. Останню величину можна розрахувати за формулою:

$$\omega = \frac{v^2}{R} = 2\pi n$$

Доцентрове прискорення (або ж нормальне) спрямоване до центра кола, а модуль фізичної величини становить:

$$a = \frac{v^2}{R}$$

II. Основи динаміки

Другий закон Ньютона: векторна сума сил, що діють на тіло, дорівнює добутку маси цього тіла на його прискорення (у скалярній формі):

$$F = ma$$

де F – рівнодійна усіх сил, що діють на тіло вздовж обраної вісі.

Можна розглянути інакше формулювання цього закону: зміна імпульсу тіла, що відбулася за інтервал часу Δt , дорівнює імпульсу сили F , що діє на тіло упродовж цього часу:

$$\Delta p = F\Delta t$$

Закон всесвітнього тяжіння формулюється наступним чином: сила взаємного притягання двох матеріальних точок (тобто таких тіл, розмірами яких ми можемо знехтувати) прямо пропорційна до добутку мас цих точок і обернено пропорційна до квадрату відстані між ними:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

де $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Нм}^2}{\text{кг}^2}$ – гравітаційна стала.

Сила тяжіння (сила притягання тіла до Землі):

$$F_m = mg$$

де m – маса тіла, g – прискорення вільного падіння.

Прискорення вільного падіння поблизу поверхні Землі становить:

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

де M – маса планети, R – радіус планети.

Якщо ж мова йде про прискорення тіла, що знаходиться на певній висоті h від поверхні Землі, тоді слід використати наступне рівняння:

$$g = \frac{GM}{(R+h)^2}$$

Вага тіла – це сила, з якою тіло в результаті притягання до Землі діє на горизонтальну опору або вертикальний підвіс, що утримують його від падіння (у стані спокою тіла):

$$P = mg$$

Важливою є і сила тертя, яка набуває різних сенсів в залежності від умов задачі (сила тертя спокою, ковзання або кочення):

$$F_{\text{тер}} = \mu N$$

Закон Гука застосовуємо в тих випадках, коли має місце деформація тіла, тобто зміна розмірів тіла під дією зовнішніх сил. Сила, що виникає, є силою пружності – вона прямо пропорційна до вектора видовження (або стиснення) і спрямована в протилежному до нього напрямку:

$$F_{\text{пр}} = -k\Delta x$$

де k – жорсткість пружини, яка в свою чергу залежна від розмірів l (довжини) та S (площі поперечного перерізу), а також типу речовини, тобто від E – модуля Юнга.

Виштовхувальна сила, або ж сила Архімеда:

$$F = \rho g V$$

де ρ – густина рідини або газу, V – об'єм частини тіла, зануреного в середовище.

III. Основи статyki.

Плечем сили відносно осі ми вважаємо відстань (довжину перпендикуляра) від цієї осі до лінії дії сили. Тоді *моментом сили* відносно осі є добуток модуля діючої сили на її плече відносно цієї осі:

$$M = Fl$$

Умова рівноваги твердого тіла: 1) векторна (геометрична) сума зовнішніх

сил, що діють на тіло, дорівнює нулю; 2) алгебраїчна сума моментів усіх зовнішніх сил, що діють на тіло, відносно будь-якої обраної осі дорівнює нулю.

IV. Закони збереження (енергії, імпульсу). Робота і потужність.

Імпульс тіла масою m , яке рухається зі швидкістю v , становить:

$$p = mv$$

Закон збереження імпульсу може бути сформульований наступним чином: сумарний імпульс усіх тіл замкненої системи залишається незмінним при будь-яких взаємодіях цих тіл між собою:

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n = \text{const}$$

Робота постійної сили F дорівнює:

$$A = FS \cos \alpha$$

де S – модуль переміщення, α – кут між векторами сили F та переміщення S .

Потужність – це фізична величина, що чисельно дорівнює роботі, виконаній за одиницю часу:

$$N = \frac{A}{t} \text{ або } N = Fv \cos \alpha$$

де F – модуль діючої сили, v – модуль швидкості, α – кут між векторами сили та швидкості.

Кінетична енергія рухомого тіла масою m , що рухається зі швидкістю v , може бути визначена за формулою:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

Теорема про зміну кінетичної енергії: зміна кінетичної енергії тіла чисельно дорівнює роботі рівнодійної сил, прикладених до тіла:

$$A = E_{k2} - E_{k1}$$

Потенціальна енергія – це енергія, яку має тіло, що знаходиться на висоті h відносно обраного нульового рівня, розраховується за формулою:

$$E_n = mgh$$

Потенціальна енергія пружно деформованого тіла (наприклад, стисненої або розтягнутої пружини):

$$E_p = \frac{k(\Delta l)^2}{2}$$

де k – жорсткість (коефіцієнт пружності) пружини, Δl – величина абсолютної деформації.

Закон збереження енергії в механіці: повна механічна енергія замкненої системи тіл, що взаємодіють одне з одним посередництвом сил тяжіння та пружності, залишається сталою:

$$E = E_k + E_n = \text{const}$$

Зміна механічної енергії дорівнює роботі зовнішніх сил:

$$E_2 - E_1 = A$$

Коефіцієнт корисної дії (ККД) можна розрахувати за формулою:

$$\eta = \frac{A_k}{A_z}$$

де A_k – корисна робота (або корисно перетворена енергія, потужність), заради якої відбувається певний процес, A_z – затрачена робота (енергія, потужність).

Абсолютно пружний удар відбувається під час короткочасної взаємодії тіл, під час якої вони повністю відновлюють свою форму, а їхня сумарна кінетична енергія не змінюється, тобто виконуються закони збереження імпульсу та повної механічної енергії.

Висновки до Розділу I

Отже, проаналізувавши зміст та методичні підходи до розв'язання фізичних задач, зокрема механічних, ми визначили, що саме ця діяльність є одним із ключових засобів формування цілісного розуміння фізичних явищ і процесів. Розв'язання задач є фундаментом для засвоєння теоретичних знань і розвитку умінь та навичок застосовувати їх у нових навчальних і практичних ситуаціях. У процесі роботи над задачами у здобувачів освіти формуються **ключові компетентності**, що є важливими для розвитку гармонійної особистості, яка має критичне й логічне мислення, уміння аналізувати дані, працювати з інформацією, планувати власну діяльність та здійснювати рефлексію отриманих результатів.

Водночас задачний підхід забезпечує формування **предметних компетентностей з фізики**: уміння будувати фізичні моделі, здійснювати кількісні оцінки, інтерпретувати експериментальні дані, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки та робити обґрунтовані висновки. Розв'язання задач є ефективним інструментом зв'язку теорії та практики, оскільки актуалізує використання математичного апарату, міжпредметних зв'язків і сучасних цифрових засобів навчання.

Таким чином, систематичне та методично обґрунтоване опрацювання фізичних задач у навчальному процесі є необхідною умовою успішного оволодіння змістом фізики, розвитку інтелектуальних умінь і формування компетентностей, що відповідають сучасним освітнім стандартам. Це підтверджує важливість задачного підходу як одного з провідних компонентів підготовки здобувачів освіти та підвищує ефективність їхнього навчання у сфері природничих наук.

РОЗДІЛ II. АНАЛІЗ ПІДРУЧНИКІВ ТА ЗБІРНИКІВ ЗАДАЧ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

2.1 Аналіз підручників для вивчення фізики у профільній школі

Типова освітня програма закладів ЗСО визначає загальний обсяг навчального навантаження з фізики для учнів профільної середньої освіти і пропонує для обрання один з двох варіантів навчальних програм (табл. 2.1):

Назва дисципліни	Автор програми (авторський колектив)	Програмний підручник
Фізика та астрономія	під керівництвом Ляшенка О.І.	Засекіна Т. М., Засекін Д. О., 10 кл., 2018 р.
Фізика	під керівництвом Локтева В.М.	Гельфгат І. М., 10 кл., 2018 р. Засекіна Т. М., 10 кл., 2018 р.

Табл.2.1 Перелік навчальних програм

Кожна з даних типових освітніх програм наголошує на навчанні за наскрізними змістовними лініями через організацію освітнього середовища, предметів за вибором, а також роботи в позаурочній роботі, проектній та гуртковій діяльності. За вчителем залишається вибір методів та форм навчання,

2.1.1 Короткий огляд підручника «Фізика» (10 кл., профільний рівень), автор Засекіна Т.М.

У даному підручнику на вивчення класичної механіки відводиться 26 параграфів, що включають основні теми з кінематики, динаміки, статички, а також законів збереження та енергії.

У кожному параграфі наводиться детальний опис основних фізичних понять, зазначені необхідні для використання формули, для полегшення сприйняття матеріалу використані візуально доступні та зрозумілі рисунки (схеми, графіки, таблиці тощо); текст має науковий стиль викладення, важлива інформація виокремлена за допомогою кольорових виділень-маркерів, які легко

сприймаються (рис.2.1):

Рівняння рівномірного прямолінійного руху. Пригадаймо означення прямолінійного рівномірного руху, що відоме вам з 9 класу.

Прямолінійний рівномірний рух — це рух, під час якого тіло (матеріальна точка) за будь-які рівні інтервали часу здійснює однакові переміщення.

Траєкторія такого руху — пряма лінія.

Швидкість рівномірного руху тіла $\vec{v}$ — векторна фізична величина, що дорівнює переміщенню $\vec{s}$, здійсненому тілом за одиницю часу.

Одиниця швидкості в СІ — метр за секунду: $1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Вектор швидкості у випадку рівномірного прямолінійного руху напрямлений так само, як і вектор $\vec{s}$.

Визначаючи швидкість рівномірного руху $\vec{v}$, переміщення $\vec{s}$ (або приріст радіуса-вектора $\Delta \vec{r}$) можна вибрати довільним і ділити на інтервал часу Δt , протягом якого відбулося це переміщення: $\vec{v} = \frac{\vec{s}}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$. Час найчастіше рахують від початкового моменту $t_0 = 0$, тоді $\Delta t = t - t_0 = t$, а векторні величини, що характеризують рух тіла, записують у проєкціях на відповідну вісь, отже, для рівномір-

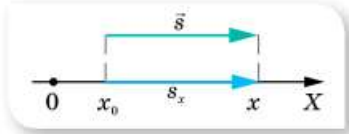


Рис.2.1 Скриншот – зразок оформлення матеріалу підручника

Переваги підручника:

- практично після кожної теми наводяться вправи, що містять велику кількість запропонованих різнорівневих завдань, що дозволяє вчителю використовувати задачі підручника і для роботи на уроці, і визначати з нього домашнє завдання, не звертаючись до додаткової літератури;
- наявний блок тестових завдань, за допомогою якого проводиться проміжний контроль (або ж самоконтроль) знань учнів, причому більша частина задач не містить варіантів відповідей. А це значить, що тут переважають завдання достатнього та високого рівня, на які і спирається профільне навчання дисципліни;
- наявність експериментальних завдань, які спонукають учнів до проведення самостійних досліджень в домашніх умовах, що дозволяє узагальнити та закріпити вивчений матеріал.

Недоліки, які можна відмітити для підручника:

- дуже мала кількість зразків розв'язаних задач (зазвичай 1-2), що

ілюструють застосування фізичних понять і законів (скоріше за все, автор спирається на те, що механіка 10-го класу є другим концентром і всі базові навички, вміння і знання щодо розв'язання задач учні мали здобути ще на першому рівні вивчення, тобто у 7-му класі). Але автор не врахував обставини, що у порівнянні із першим концентром діти набули нових знань у вигляді нових математичних операцій (наприклад, знаходження квадратного кореня), що вносить корективи у вибір методів розв'язання типових задач;

- наявні задачі не диференційовані за навчальними рівнями, тому вчитель має витратити свій час, аби заздалегідь провести розрахунки і обрати оптимальний набір задач для уроку.

2.1.2 Короткий огляд задач, розв'язок яких наведено у підручнику

Розглянемо зразок вже вирішеної задачі, яка пропонується учням. На рисунку нижче – одна з трьох задач кінематики і єдина – на прямолінійний рух, наданих автором (рис.2.2):

Задача № 1 [13].

 **Приклади розв'язування задач**

Задача. Пліт пропливає біля пункту *A* в той момент, коли від нього відправляється вниз за течією річки до пункту *B* моторний човен. Відстань між пунктами 15 км човен проплив за 0,75 год і повернув назад. Повертаючись у пункт *A*, човен зустрів пліт на відстані 9 км від пункту *B*. Визначте швидкість течії *u* та швидкість човна відносно води *v*.

Дано:	Розв'язання:
$s_1 = 15 \text{ км}$	Розв'язання цієї задачі буде набагато простішим, якщо систему відліку пов'язати з плотом. У такій системі пліт і вода в річці нерухомі. Це означає, що відносно плотa моторний човен рухається до пункту <i>B</i> й у зворотному напрямку з однаковою швидкістю.
$s_2 = 9 \text{ км}$	
$t = 0,75 \text{ год}$	
$u = ?$ $v = ?$	

Час руху човна у прямому та зворотному напрямках — $2t$, відстань, яку він при цьому пройшов: $s = s_1 + s_2$. Швидкість човна відносно води:

$$v = \frac{s}{2t} = \frac{15 \text{ км} + 9 \text{ км}}{2 \cdot 0,75 \text{ год}} = 16 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$$

За цей час пліт пройшов відстань $s_1 - s_2$.

Таким чином, швидкість течії: $u = \frac{s_1 - s_2}{2 \cdot t} = \frac{6 \text{ км}}{2 \cdot 0,75 \text{ год}} = 4 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$

Відповідь: $v = 16 \frac{\text{км}}{\text{год}}, u = 4 \frac{\text{км}}{\text{год}}.$

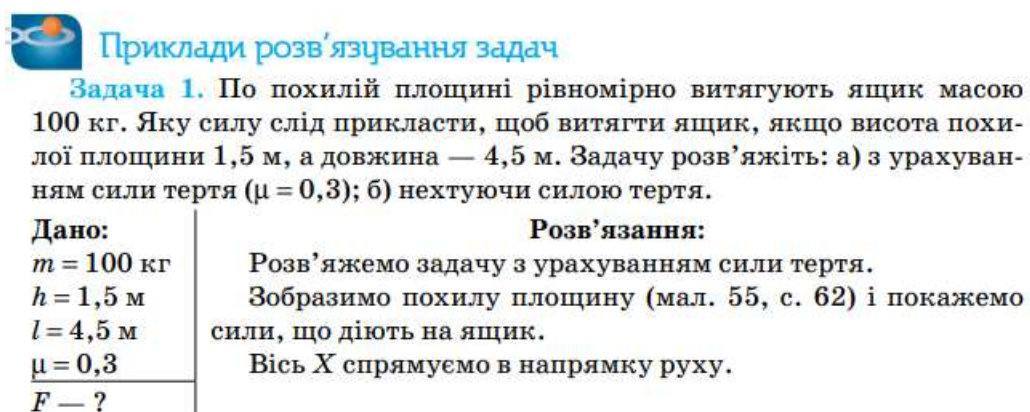
Рис.2.2 Скриншот задачі-зразка з кінематики

Умова задачі викладена чітко і зрозуміло, з наявних даних учень може

зрозуміти, що мова йде про кінематику, а значить вже можна визначати необхідні формули для розв'язання. Нам подають логічний хід думок, побудований на основі моделі, головною метою якої є спрощення розрахунків – використовуючи поняття відносності руху, ми можемо довільно обирати систему відліку тіл та визначати значення в ній тих чи інших величин. Але, на жаль, учні не отримують підтвердження тому, що такий спосіб розв'язання є дійсно оптимальним у порівнянні з іншими можливими варіантами. Також ми бачимо, що деякі етапи розв'язання задач пропущені: відсутні вираження значень фізичних величин в системних одиницях, схематичне зображення умови за допомогою рисунка, а перевірка одиниць вимірювання виконується разом з математичними розрахунками.

В наступному блоці параграфів, присвячених динаміці, ми бачимо вже 4 розв'язаних задачі перед вправою, в котрій міститься 50 (!) завдань. Усі вони відповідають достатньому та високому рівням навчальних досягнень, адже потребують знання широкого спектра: побудова проекцій, використання тригонометричних функцій, запис систем формул та їх розв'язання на основі другого закону Ньютона, опис системи декількох зв'язаних тіл тощо. Розглянемо одну з таких задач (рис.2.3) [13]:

Задача № 2.



Приклади розв'язування задач

Задача 1. По похилій площині рівномірно витягують ящик масою 100 кг. Яку силу слід прикласти, щоб витягти ящик, якщо висота похилої площини 1,5 м, а довжина — 4,5 м. Задачу розв'яжіть: а) з урахуванням сили тертя ($\mu = 0,3$); б) нехтуючи силою тертя.

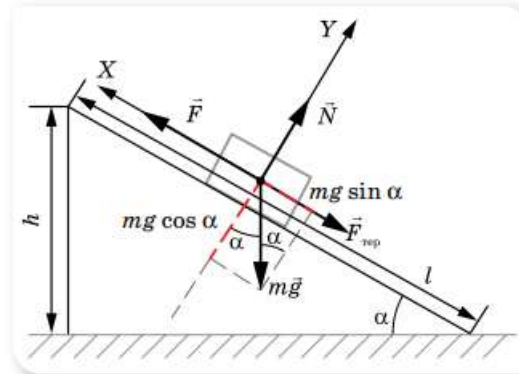
Дано:	Розв'язання:
$m = 100 \text{ кг}$	Розв'яжемо задачу з урахуванням сили тертя.
$h = 1,5 \text{ м}$	Зобразимо похилу площину (мал. 55, с. 62) і покажемо сили, що діють на ящик.
$l = 4,5 \text{ м}$	Вісь X спрямуємо в напрямку руху.
$\mu = 0,3$	
$F = ?$	

Рис. 2.3 Скриншот умови задачі з динаміки

Тип задачі: динамічна, моделююча, перетворююча, аналітична.

Бачимо чітке слідування етапам розв'язання задачі: ознайомлення з текстом – аналіз наявних і шуканих даних – запис короткої умови – побудова

простої моделі – використання інформації щодо сил, які можуть діяти на тіло, та зображення їх на рисунку – застосування математичних операцій (визначення проєкцій діючих сил) (рис.2.4) – запис системи рівнянь – обчислення шуканих величин та аналіз отриманих даних (рис. 2.5):



Мал. 55. Рух тіла по похилій площині

Рис.2.4 Схематичний рисунок до задачі № 2.

Тут слід звернути увагу на доцільність вибору саме такої системи координат, яка спрощує задання проєкцій діючих сил.

У проєкціях на осі X та Y рівняння має вигляд:

$$F - F_{\text{тер}} - mg \sin \alpha = 0 \text{ (на вісь X);} \quad (1)$$

$$N - mg \cos \alpha = 0 \text{ (на вісь Y).} \quad (2)$$

$F_{\text{тер}} = \mu N$, з рівняння (2) $N = mg \cos \alpha$, отже

$$F_{\text{тер}} = \mu mg \cos \alpha. \quad (3)$$

Підставляючи (3) в (1), маємо

$$F = mg(\sin \alpha + \mu \cos \alpha). \quad (4)$$

З малюнка видно, що $\sin \alpha = \frac{h}{l} = \frac{1,5 \text{ м}}{4,5 \text{ м}} \approx 0,33$,

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l} = \frac{\sqrt{4,5^2 \text{ м}^2 - 1,5^2 \text{ м}^2}}{4,5 \text{ м}} \approx 0,94.$$

Підставляючи числові значення, отримуємо: $F = 600 \text{ Н}$.

З формули (4) для випадку $\mu = 0$ отримуємо: $F = mg \sin \alpha \approx 323 \text{ Н}$.

Відповідь: 600 Н; 323 Н.

Рис.2.5 Розв'язання задачі з динаміки

Щодо статyki, то автор надає 4 зразки розв'язаних задач, натомість пропонує 16 задач для виконання під час уроку або в якості домашньої роботи. Задачі охоплюють основні поняття підрозділу, та мають детальне пояснення тих чи інших дій, що є значною перевагою, зважаючи на те, що такі задачі найгірше сприймаються учнями.

Розглянемо одну із вирішених задач цього блоку. Її перевагою є те, що

текст не надає жодного значення будь-якої з фізичних величин, тобто розв'язання буде залежати лише від знання теорії, послідовних логічних міркувань, побудови моделі задачі (рис. 2.6) за описовим текстом.

Задача № 3. [13]



Приклади розв'язування задач

Задача 1. Однорідна тонка пластинка має форму круга радіусом R , у якому вирізано круглий отвір удвоє меншого радіуса, що дотикається до краю пластинки (мал. 82). Де буде центр тяжіння?

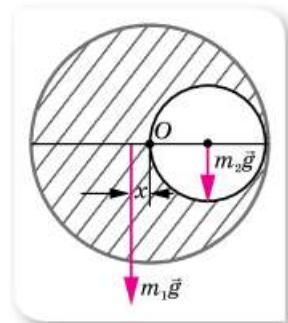
Дано:

R
 $x - ?$

Розв'язання:

Очевидно, центр тяжіння пластинки лежить на її діаметрі, який проходить через центр отвору (мал. 82) на відстані x від центра пластинки O .

Сила тяжіння $m_1 g$, що діє на пластинку з вирізаним отвором, прикладена до цього центра. Якщо



Мал. 82

Рис.2.6 Скриншот до задачі № 3.

Пошук відповіді на поставлене питання вимагає нестандартного мислення, адже тут не можна використати вже готові алгоритми, як то типово для задач стандартних. Послугуючись математичними формулами, що описують геометричні фігури, та використовуючи певні перетворення і підстановки, отримуємо відповідь наступного вигляду (рис.2.7):

вставити вирізану частину пластинки на попереднє місце, то сила тяжіння $m_2 g$, що діє на малий диск радіусом $\frac{R}{2}$, прикладена до його центра.

Оскільки суцільна пластина перебуває в рівновазі, $m_1 g x = m_2 g \frac{R}{2}$.

$$\text{Звідки } x = \frac{m_2 R}{2m_1}.$$

Виразимо масу однорідної пластинки через її густину й об'єм: $m = \rho \pi R^2 h$. Відповідно маса вирізаної частини: $m_2 = \rho \pi \frac{R^2}{4} h$. Тоді маса

$$\text{пластинки з отвором } m_1 = m - m_2 = \frac{3\rho \pi R^2 h}{4}.$$

Підставляючи вирази для мас, отримуємо: $x = \frac{R}{6}$.

$$\text{Відповідь: } x = \frac{R}{6}.$$

Рис.2.7. Розв'язання задачі № 3.

І в останньому блоці присутній розв'язок 14 задач – така кількість

пояснюється тим, що тут найбільше розмаїття використовуваних фізичних величин, які комбінують теорію з усіх підрозділів класичної механіки. Наприклад, в наступній задачі розв'язання потребує застосування другого закону Ньютона, з іншого – мова йде про виконану роботу під час переміщення фізичного тіла (рис.2.8):

Задача № 4. [13].



Приклади розв'язування задач

Задача 1. Двоє людей пересувають рівномірно по підлозі ящик, при цьому одна людина штовхає його із силою 300 Н під кутом 30° до підлоги, а інша — тягне його з такою самою силою за мотузку, що утворює з підлогою кут 45° . Яку роботу виконали люди, рівномірно пересунувши ящик на відстань 20 м?

Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$F_1 = F_2 = 300 \text{ Н}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

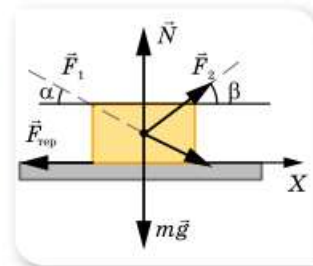
$$s = 20 \text{ м}$$

$$A = ?$$

Розв'язання:

Спрямуємо вісь X у напрямку руху (мал. 97) і вкажемо сили, що діють на ящик.

За другим законом Ньютона $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тер}} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 0$, оскільки рух рівномірний.



Мал. 97

$$\text{У проекції на вісь } X: F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \beta - F_{\text{тер}} = 0.$$

Корисна робота затрачається на подолання сили тертя, тому $A = (F_1 \cos \alpha + F_2 \cos \beta) \cdot s$.

$$A = (300 \text{ Н} \cdot \cos 30^\circ + 300 \text{ Н} \cdot \cos 45^\circ) \cdot 20 \text{ м} = 9,4 \text{ кДж}.$$

Відповідь: 9,4 кДж.

Рис. 2.8 Скриншот до задачі № 4.

Розв'язання даної задачі демонструє нам всі основні етапи цього процесу: запис відомостей про фізичні величини, осмислення фізичного процесу, побудова схематичного рисунка із зображеними діючими силами, застосування математичних конструкцій (проекції сил) та власне, саме обчислення результату.

Висновок аналізу підручника: враховуючи всі вищезазначені факти, можемо вважати даний підручник таким, що відповідає усім зазначеним вимогам профільного навчання. Виклад навчального матеріалу є логічним, науковим і структурованим, приклади розв'язаних задач-зразків охоплюють всі можливі типи задач; добірка завдань здійснена раціонально та доцільно.

2.1.3. Короткий огляд підручника «Фізика і астрономія» (10 кл., профільний рівень), автори Т.М. Засєкіна, Д. О. Засєкін

Даний підручник [14] містить 19 параграфів із розділу «Механіка», включно із ознайомчим параграфом з механіки релятивістської, що значно менше, ніж у попередньому.

Виклад матеріалу структурований, містить додаткову інформацію, яка поглиблює розуміння тих чи інших фізичних понять (додатки «Математична довідка»). Наприклад, у параграфі, присвяченому прямолінійному нерівномірному рухові, подається пояснення швидкості та прискорення як похідних деяких функцій (випереджаюче навчання, адже із поняттям похідної здобувачі освіти будуть знайомитись пізніше) (рис.2.9):

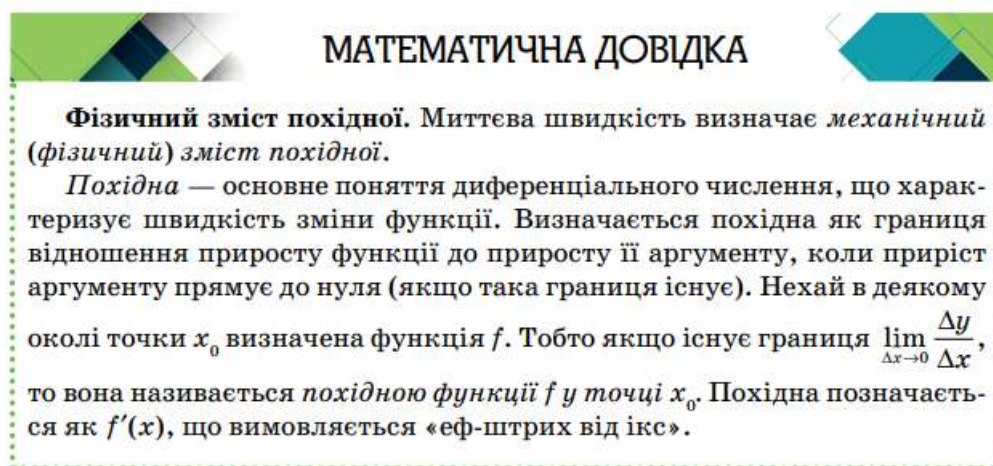


Рис.2.9 Визначення фізичного змісту похідної

Візуальне оформлення виокремлює важливу до запам'ятовування інформацію (означення фізичних понять, формули, схематичні рисунки, таблиці, висновки та ін.). Викладений матеріал відповідає ключовим моментам профільного навчання з фізики.

Визначені *переваги* підручника:

- наявність додаткової інформації з курсу математики, часто — випереджаючої за змістом, що демонструє глибокий зв'язок між даними дисциплінами;
- наявність більшого розмаїття задач за типом і складністю, аніж у попередньому варіанті;

- подання чималої кількості графічних зображень, що полегшують сприйняття навчального матеріалу, а також дають можливості зробити висновки щодо використання певних методів розв'язання задач або ж наслідків аналізу зображень (наприклад, рис. 2.11 показує зміну координати тіла з часом, що натякає на розгляд руху періодичного з відповідними умовиводами):

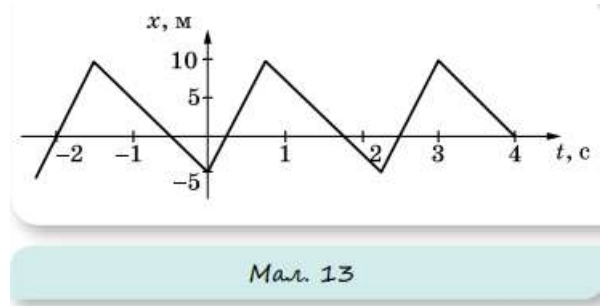


Рис.2.11 Графічна умова задачі до § 2

Недоліки підручника:

- відсутній поділ задач за рівнями складності (як і в попередньому огляді);

- не запропоновано завдання на перевірку та закріплення рівня засвоєння матеріалу за допомогою тестів, що змушує вчителя готувати такі завдання окремо за матеріалами збірників задач та інших ресурсів, в тому числа за тестами ЗНО/НМТ).

2.1.4 Короткий огляд задач, розв'язок яких наведено у підручнику № 2

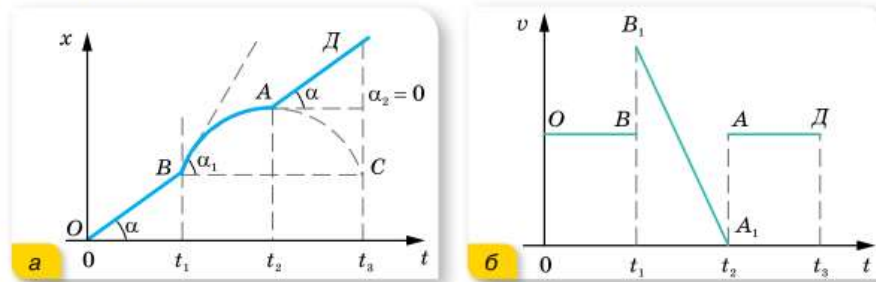
Розглянемо приклади розв'язаних у даному підручнику задач, які пропонуються в якості типових для закріплення знань, вмінь та навичок; більша частина з них дублює задачі, запропоновані у попередній версії підручника за програмою колективу авторів у співпраці з Локтєвим В.М.

Задача № 1[14].

Дана задача графічного типу і передбачає наявність в учнів сформованого вміння аналізувати графіки (рис.2.10) без використання формул обчислення фізичних величин на основі опису ідеалізованого руху (створення оптимальної моделі):

Приклади розв'язування задач

Задача. За графіком руху тіла *ОВАД* (мал. 24, *а*, ділянка *ВА* — парабола), накресліть графік залежності швидкості руху тіла від часу та схарактеризуйте його.



Мал. 24. Графік залежності: *а* — координати від часу; *б* — швидкості від часу

Рис.2.10 Зразок запропонованої задачі до § 4.

У поясненні ми бачимо словесний аналіз кожної із ділянок графіка *а*), який виражає залежність координати від часу — визначаємо рух рівномірний з постійною швидкістю (на ділянках *ОВ* та *АД*) і рух рівнозмінний (частина *ВА*), яку апроксимуємо до параболи з вітками, напрямленими вниз. Звідси визначаємо вигляд залежності $v(t)$, що зазначено на графіку *б*) без урахування масштабування величин.

Задача № 2 [14].

Розглянемо доволі типову задачу на рівномірний рух по колу, розв'язання якої відбувається за алгоритмом із використанням всього пари формул, що не потребують математичних перетворень (рис. 2.11):

Приклади розв'язування задач

Задача 1. Як відомо, період добового обертання Землі становить 24 год. З якою кутовою та лінійною швидкостями рухаються точки поверхні Землі, розташовані на екваторі? Радіус Землі 6400 км.

Дано:	Розв'язання:
$T = 24 \text{ год} = 86\,400 \text{ с}$	Вважатимемо обертання Землі рівномірним.
$R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$	Кутову швидкість визначаємо за формулою $\omega = \frac{2\pi}{T}$,
$\omega = ?$	$\omega = \frac{2 \cdot 3,14}{86\,400 \text{ с}} = 0,000073 \frac{\text{рад}}{\text{с}} = 7,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$
$v = ?$	Лінійна швидкість $v = \omega r$, $v = 7,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{рад}}{\text{с}} \cdot 6,4 \cdot 10^6 \text{ м} = 470 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$
	Відповідь: $\omega = 7,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{рад}}{\text{с}}; v = 470 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

Рис.2.11 Задача до § 5.

У графі зі записом значень фізичних величин одразу бачимо перетворення

в системні одиниці вимірювання без відповідної колонки СІ, яку учні зазвичай оформлюють окремо (в принципі, це лише питання оформлення розв'язку, тож не вважається за помилку), надалі виконується пряма підстановка значень у формули потрібних фізичних величин та обчислення. Задача стандартна, типова, відповідає середньому рівню знань, вмінь і навичок учнів.

Висновок з аналізу підручника: дана книга є полегшеним варіантом, що дозволяє використовувати її для навчання у тих профільних класах, для яких обрана типова освітня програма з експериментальним інтегрованим курсом «Природознавство».

2.2 Короткий огляд збірників задач для профільного вивчення фізики

Що стосується додаткових джерел завдань для самостійної або гурткової роботи учнів, для підготовки до предметних олімпіад, то тут можна використовувати як базові класичні збірники задач (з поглибленим рівнем), самостійних та контрольних робіт під авторством Божинової Ф.Я. [15], Кирик Л.А. [16], Гельфгата І.М., Кірюхіної О.О., Кірік, та інших, що містять задачі за темами ШКФ, вправи різної складності – від тренувальних до складних розрахункових.

Так джерела зазвичай добре структуровані за програмою, а тому зручні для систематичного використання, проте мають малу кількість підвищеної оригінальності, а також комбінових задач, що вимагають знання різних розділів і тем фізики.

У випадку гарної предметної підготовки учнів у класах середньої школи, доречним буде використання збірників задач підвищеної складності, а також матеріалів українських [17] та міжнародних олімпіад [18] різних років, що зазвичай розміщені на відповідних електронних ресурсах. Такі джерела містять нетривіальні задачі, що потребують творчого підходу до розв'язання, завдання на моделювання та оцінювання. Основним недоліком таких збірників є недоцільність для щоденних практикумів та обмежене коло здобувачів освіти, яким ці завдання можна запропонувати.

Останнім часом на ринку навчальної літератури з'являється все більше корисних збірників та посібників, що містять практикуми та експериментальні задачки, які націлені формувати дослідницькі компетентності учнів, але потребують для цього відповідної матеріально-технічної бази – як звичайного фізичного обладнання, так і оргтехнічних засобів та програмного забезпечення.

Розглянемо деякі з вищеперелічених збірників задач та розв'яжемо ряд типових задач з курсу «Механіка» профільного рівня.

Висновки до Розділу II

Аналіз підручників і збірників задач, рекомендованих для вивчення фізики у профільній школі, засвідчив, що сучасні навчально-методичні матеріали забезпечують достатній теоретичний базис для формування предметних компетентностей, однак мають низку особливостей і обмежень, які безпосередньо впливають на ефективність процесу навчання розв'язування задач з механіки.

Підручники профільного рівня (зокрема авторства Т. М. Засєкіної та Д. О. Засєкіна) характеризуються чіткою структурою, системною подачею теоретичного матеріалу, наявністю якісних ілюстрацій, тестів та різнорівневих вправ. Їх безумовною перевагою є значна кількість запропонованих завдань, що дозволяє організовувати поточний і тематичний контроль без необхідності звернення до додаткових джерел. Разом з тим, кількість детально розв'язаних прикладів у таких підручниках є обмеженою, що може ускладнювати набуття учнями навичок застосування теорії до конкретних задач.

Аналіз збірників задач показав, що вони містять широкий спектр завдань — від тренувальних до підвищеної складності, включно з задачами, які інтегрують матеріал з різних розділів механіки. Однак більшість збірників не містить докладних алгоритмів розв'язування або пояснювальних коментарів, що

ускладнює їх використання учнями без підтримки вчителя, особливо у контексті компетентнісного підходу. У низці джерел також відсутній акцент на побудові фізичної моделі, графічному аналізі та роботі з експериментальними даними, що є необхідними складовими сучасної методики навчання.

Отже, результати проведеного аналізу дозволяють стверджувати, що наявні підручники та збірники задач виконують важливу функцію забезпечення навчального процесу, проте не повною мірою задовольняють методичні потреби профільної школи, зокрема в аспектах формування в учнів умінь моделювати фізичні ситуації, обґрунтовувати вибір методів розв'язання та здійснювати рефлексію отриманих результатів. Це підтверджує необхідність створення окремого навчально-методичного посібника, у якому систематизовано типові задачі з механіки та наведено покрокові рекомендації щодо їх розв'язування відповідно до вимог Нової української школи та компетентнісного підходу.

РОЗДІЛ ІІІ. ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ТИПОВИХ ЗАДАЧ ІЗ РОЗДІЛУ «МЕХАНІКА» В ПРОФІЛЬНІЙ ШКОЛІ

Наведемо приклади розв'язання типових задач до кожної з тем курсу, обираючи завдання таким чином, аби вони: а) були різнорівневими, б) потребували застосування різних методів розв'язання, в) за можливості мали різні способи розв'язання, г) формували різні учнівські компетентності, г) мали міжпредметні зв'язки з іншими шкільними дисциплінами або ж стосувались практичного застосування у повсякденній діяльності.

3.1 Типові задачі: Прямолінійний рівномірний рух

Задача 1. На рисунку 3.1 наведено графік руху тіла. Який шлях пройшло це тіло, яке переміщення воно здійснило? [15, с.24].

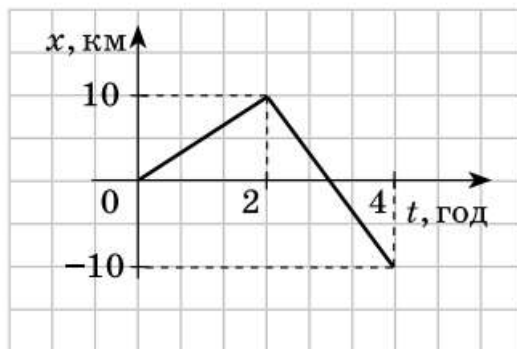


Рис.3.1 Умова задачі № 1.

Аналіз задачі:

На графіку наведена залежність координати тіла від часу $x(t)$. Графік можна розбити на дві частини: а) перші 2 год руху – координата зростає, тож тіло рухається в напрямку обраної вісі ОХ, б) останні 2 год руху – тіло змінило напрям руху на протилежний. Поставимо у відповідність 1 одиниці шкали системи координат по вісі ОХ – 1 год, по вісі ОУ – 1 км.

Так як шлях – це довжина траєкторії тіла і чисельно дорівнює різниці координат тіла, то

$$l = l_1 + l_2 \quad (1)$$

$$\text{де } l_1 = x_1 - x_0, l_2 = x_2 - x_1 \quad (2)$$

(де, в свою чергу, x_0, x_1, x_2 – відповідні координати тіла на початку та в кінці кожної ділянки руху). Виконавши необхідні підстановки, отримуємо:

$$l = l_1 + l_2 = (x_1 - x_0) + (x_2 - x_1) \quad (3)$$

Зважимо на той факт, що шлях є скалярною додатною величиною, тож за наявності від'ємних координат можна застосувати операцію модуля числа. Переміщення ж чисельно дорівнює різниці кінцевої та початкової координат тіла, звідси маємо:

$$S = x_2 - x_0 \quad (4)$$

Розв'язання:

З формули (3) маємо: $l = (10 - 0) + |(-10 - 10)| = 10 + 20 = 30$ (км)

За формулою (4) отримуємо: $S = |(-10 - 0)| = 10$ (км)

Відповідь: 30 км, 10 км.

3.2 Типові задачі: Відносний рух

Задача 2. Від відстані в протилежних напрямках одночасно відпливають човен і пліт. Через 15 хв човен миттєво розвертається і пливе назад. Скільки часу йому знадобиться, щоб наздогнати пліт? [15, с.31].

Аналіз задачі:

Дана задача містить неявні приховані дані, а саме швидкість течії, про яку в умові не сказано ні слова. Очевидно, що пліт буде рухатись зі швидкістю, рівною швидкості течії:

$$v_{пл} = v_{теч} \quad (1)$$

Тоді човен в момент початку руху набуває швидкості:

$$v_1 = v_ч - v_{теч} \quad (2),$$

а після розвороту рухається зі швидкістю

$$v_2 = v_ч + v_{теч} \quad (3)$$

Визначимо відстань між об'єктами в момент розвороту човна, якщо врахувати швидкість віддалення тіл і не забувши винести за дужки спільний

множник – час t_1 до розвороту:

$$l = l_{nl} + l_{\text{ч}} = (v_{\text{ч}} - v_{\text{теч}} + v_{\text{теч}}) \cdot t_1 = v_{\text{ч}} \cdot t_1 \quad (4)$$

В момент розвороту «знерухомимо» пліт, взявши його за точку відліку. Тоді швидкість човна за течією річки відносно нерухомого плоту буде рівною:

$$v_{\text{в}} = v_2 - v_{\text{теч}} = v_{\text{ч}} + v_{\text{теч}} - v_{\text{теч}} = v_{\text{ч}} \quad (5)$$

Тоді до зустрічі з плотом човен має подолати цю відстань, рухаючись зі швидкістю $v_{\text{ч}}$, витративши час:

$$t = \frac{l}{v_{\text{ч}}} = \frac{v_{\text{ч}} \cdot t_1}{v_{\text{ч}}} = t_1 \quad (6)$$

Звісно, що можна було б одразу розглядати рух човна відносно нерухомого плоту, і отримати такий самий результат.

Відповідь: 15 хв

3.3 Типові задачі: Прямолінійний рівноприскорений рух

Задача 3. Тіло, рухаючись рівноприскорено зі стану спокою, за 4 с подолато 48 м. Який шлях воно пройшло за четверту секунду? [15, с.42]

Аналіз задачі: Дана задача має декілька варіантів розв'язку. Найбільш очевидний варіант – це визначення прискорення тіла, розрахунок шляху за перші три секунди руху, і знаходження різниці шляхів за три і чотири секунди руху. Проведемо розрахунки за таким планом. Отже, шлях при рівноприскореному русі:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (1)$$

Враховуючи, що початкова швидкість v_0 рівна нулю, отримаємо формулу:

$$S = \frac{at^2}{2} \quad (2),$$

Звідси можна вивести вираз для розрахунку прискорення тіла:

$$a = \frac{2S}{t^2} \quad (3)$$

Відстань, яку проходить тіло за 3 с руху:

$$S_3 = \frac{at^2}{2} = \frac{a \cdot 3^2}{2} = 4,5a \quad (4)$$

Відстань, яку пройде тіло за четверту секунду:

$$S_4 = S - S_3 = S - 4,5a = S - 4,5 \cdot \frac{2S}{t^2} \quad (5)$$

Розв'язання: $S_4 = 48 - 4,5 \cdot \frac{2 \cdot 48}{4^2} = 48 - 4,5 \cdot 6 = 48 - 27 = 21 \text{ (м)}$

Відповідь: 21 м

Розглянемо інший спосіб, який менш очевидний, але більш швидкий для обчислення – використаємо **закон непарних чисел** для тіла, що рухається рівноприскорено зі стану спокою: відрізки шляху, що їх долає тіло за рівні проміжки часу, відносяться між собою як непарні числа. Звідси маємо наступний вираз:

$$S_1 : S_2 : S_3 : S_4 = 1 : 3 : 5 : 7 \quad (6)$$

Отже, шлях тіла за четверту секунду руху дорівнює $\frac{7}{16}$ загального шляху:

$$S_4 = \frac{7}{16} \cdot 48 = 7 \cdot 3 = 21 \text{ (м)}$$

Відповідь: 21 м

3.4 Типові задачі: Рух тіла, кинутого під кутом до горизонту

Задача 4. Зі шланга б'є струмінь води під кутом 30° до горизонту зі швидкістю 10 м/с. Площа поперечного перерізу шланга – 2 см². Знайдіть масу води, яка перебуває у повітрі. Густина води – 1000 кг/м³. [19, с.33]

Аналіз задачі:

Маємо задачу комбінованого типу, для якої необхідно побудувати модель, адже звичайні алгоритми розв'язання тут не спрацюють. Розглянемо час, упродовж якого одна краплина води (просто уявімо, що вона несе тіло дуже малого розміру, а значить ми можемо її відслідковувати в часі) встигла вилетіти з отвору шланга і перебуває за мить до падіння на землю. Ця краплина перебуватиме в польоті упродовж наступного проміжку:

$$t = \frac{2v \cdot \sin \alpha}{g} \quad (1)$$

Оскільки за секунду із отвору шланга встигне вийти об'єм води, що чисельно дорівнює добутку поперечного перерізу і швидкості потоку води, тоді за весь спостережуваний час матимемо об'єм води:

$$V = v_0 \cdot St = \frac{2v^2 S \cdot \sin \alpha}{g} \quad (2)$$

Звідси маса води, що знаходиться в повітрі:

$$m = \rho V \quad (3)$$

Обчислення результатів:

Перетворимо значення фізичних величин в системні: $2 \text{ см}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$, $\sin 30^\circ = 0,5$, тоді:

$$V = \frac{2 \cdot 10^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot \sin 30^\circ}{10} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 0,5}{10} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ (м}^3\text{)}$$

$$m = 1000 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ (кг)}$$

Відповідь: 2 кг

3.5 Типові задачі: Рух тіла по колу

Задача 5. Два картонні диски насаджені на горизонтальну вісь так, що їх площини вертикальні. Відстань між дисками – 60 см. Диски обертаються з частотою 2000 об/хв. Куля, що летіла горизонтально на відстані 10 см від осі зі швидкістю 628 м/с, пробила обидва диски. Визначте зміщення отворів один відносно одного. [19, с.40].

Аналіз задачі:

Почнемо спостерігати за системою тіл у той момент часу, коли куля пробиває перший диск. Куля не змінює траєкторію і рухається далі. Час, який необхідний кулі для польоту між дисками, становить:

$$t_1 = \frac{d}{v} \quad (1)$$

де d – відстань між дисками, $d = 0,6 \text{ м}$; $v = 628 \text{ м/с}$.

За цей самий час другий цілий диск виконає наступну кількість обертів:

$$N = v \cdot t_1 \quad (2)$$

Якщо знайдена кількість обертів N є числом не цілим, то нас цікавитиме саме його дробова частина – саме вона дозволить нам розрахувати шукане зміщення отворів. Виразимо значення частоти обертання в системних одиницях: $2000 \text{ об/хв} = \frac{2000}{60} \text{ об/с} = \frac{100}{3} \text{ об/с}$.

Одному оберту відповідає зміщення отвору на відстань, що дорівнює довжині C кола заданого радіуса R , тоді N обертам відповідатиме зміщення в x м – маємо пропорційне співвідношення. В свою чергу довжина кола $C = 2\pi R$.

Розв'язання:

Об'єднаємо формули (1) і (2), аби розрахувати кількість обертів:

$$N = v \cdot \frac{d}{v} = \frac{100 \cdot 0,6}{3 \cdot 628} = \frac{0,2}{6,28} = \frac{0,1}{3,14} = \frac{0,1}{\pi}$$

Із пропорції визначаємо зміщення:

$$x = \frac{2\pi R \cdot 0,1}{\pi} = \frac{2\pi \cdot 0,1 \cdot 0,1}{\pi} = 0,02 \text{ (м)}$$

Відповідь: 0,02 м

3.6 Типові задачі: Вільне падіння

Задача 6. За останню секунду вільного падіння тіло пройшло половину всього шляху. Визначте тривалість падіння.[19, с.26].

Аналіз задачі:

Для тіла, що рухається рівноприскорено без початкової швидкості, можемо застосувати чудовий закон непарних чисел. Проведемо ілюстрацію такого руху у вигляді таблиці, в якій зазначимо: а) скільки відрізків шляху було пройдено щосекунди (А), б) яку частину складає шлях за дану секунду по відношенню до всього шляху (В) – і врешті решт, прийдемо до ситуації, коли справдиться умова задачі (табл.3.1). Наскільки ми будемо близько від відповіді – визначимо, подавши відношення В у вигляді десяткового дробу.

Розв'язання:

Ча с руху	1 с	2 с	3 с	4 с	5 с	6 с
A	x	3x	5x	7x	9x	11x
B		3:4	5:9	7:16	9:2	11:
					5	36
C		0,7	0,(5	0,43	0,3	0,30
		5	)	8	6	5

Табл.3.1 Ілюстрація закону непарних чисел

Виконавши аналіз даних, бачимо, що обраний нами метод не може надати шукану відповідь – чим більше часу рухається тіло, тим меншою є частка, яку складає шлях тіла за останню секунду у відношенні до загального шляху.

Це наштовхує на думку, що відповідь задачі є числом дробовим, і його краще знайти за допомогою типових формул, застосовних до даної теми.

Отже, нехай t – шуканий час, і за умовою задачі $t > 1$. Складемо рівняння для пройденого тілом шляху (не забуваючи, що початкова швидкість = 0):

$$S_1 = \frac{gt_1^2}{2} \quad (1)$$

Якщо тіло за останню секунду пройшло шлях, що дорівнює половині всього шляху, то і за перші секунди шлях теж складає $\frac{1}{2}$ загального шляху.

Звідси маємо наступні вирази:

$$S_2 = \frac{gt_2^2}{2} \quad (2)$$

$$S_2 = \frac{S_1}{2} \quad (3)$$

$$t_1 = t_2 + 1 \quad (4)$$

Розв'язання:

$$\frac{gt_2^2}{2} = \frac{S_1}{2} \rightarrow gt_2^2 = S_1 = \frac{gt_1^2}{2} \rightarrow 2 \cdot t_2^2 = t_1^2 \quad (5)$$

$$2 \cdot t_2^2 = (t_2 + 1)^2 = t_2^2 + 2t_2 + 1 \quad (6)$$

$$t_2^2 - 2t_2 - 1 = 0 \quad (7)$$

Розв'язання давнього квадратного рівняння дає нам наступні корені:

$$t_{21} = \frac{2+2\sqrt{2}}{2} = 1 + \sqrt{2} \quad \text{та} \quad t_{22} = \frac{2-2\sqrt{2}}{2} = 1 - \sqrt{2} \quad (8)$$

Оцінимо значення цих коренів: так як $\sqrt{2} > 1$, то корінь $t_{22} < 0$, що не задовольняє умову задачі. Отже, правильним є $t_{21} = 1 + \sqrt{2} \approx 2.41$ (с)

А тоді загальний час падіння тіла дорівнює $t_1 = t_2 + 1 = 3.41$ (с), що узгоджується з даними таблиці.

Відповідь: 3,41 с

3.7 Типові задачі: Динаміка. Другий закон Ньютона

Задача 7. Вантаж переміщається по горизонтальній поверхні під дією сили 294 Н, напрямлений під кутом 30° до горизонту, з прискоренням $5,9 \text{ м/с}^2$. Коефіцієнт тертя вантажу і площини 0,1. Визначте масу вантажу. [20, с.111]

Аналіз задачі:

Маємо тіло, що рухається похилою площиною. Розглянемо сили, які діють в нашій системі: 1) сила тертя $F_{\text{тр}}$, що спрямована проти руху тіла; 2) сила реакції опори N ; 3) сила тяжіння mg , напрямлена вертикально вниз; 4) деяка сила тяги F_t , спрямована під кутом до горизонту. У загальному випадку для подібних задач розташування сил зображено на рис.3.2:

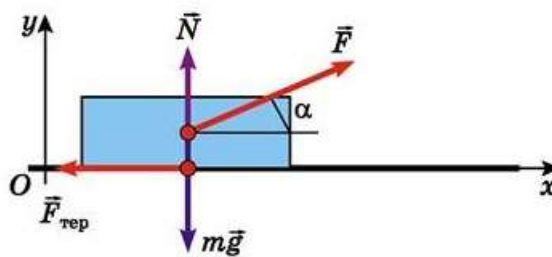


Рис.3.2 Розташування сил у задачі № 7.

Зауважимо, що рух тіла з прискоренням, тому слід розглядати II-й закон Ньютона.

Розв'язання:

Обравши систему координат, отримаємо проекції сил на відповідні вісі:

$$OX: F_m \cos \alpha - F_{\text{тр}} = ma \quad (1)$$

$$OY: N + F_m \sin \alpha - mg = 0 \quad (2)$$

Очевидно, що з рівності (2) випливає $N = F_m \sin \alpha - mg$ (3)

Так як $F_{\text{тр}} = \mu N$, то виконавши відповідні підстановку, отримуємо:

$$F_m \cos \alpha - \mu(F_m \sin \alpha - mg) = ma \quad (3)$$

Висенемо за дужки спільний множник та застосуємо ряд математичних перетворень:

$$F_m \cos \alpha - \mu F_m \sin \alpha + \mu mg = ma \quad (4)$$

$$F_m \cos \alpha - \mu F_m \sin \alpha = ma - \mu mg = m \cdot (a - \mu g) \quad (5)$$

$$m = \frac{F_T (\cos \alpha - \mu \sin \alpha)}{a - \mu g} \quad (6)$$

Виконаємо підстановку у формула (5) числових значень відповідних фізичних величин:

$$m = \frac{294 (\cos 30^\circ - 0.1 \sin 30^\circ)}{5.9 - 0.1 \cdot 9.8} \approx \frac{294 \cdot (0.866 - 0.05)}{5.9 - 0.98} \approx \frac{239.9}{4.92} \approx 48.7 \text{ (кг)}$$

Відповідь: 48.7 кг

3.8 Типові задачі: Рух тіла під дією кількох сил

Задача 8. Оцінити розмір дирижабля, заповненого гелієм. Вантажопідйомність дирижабля дорівнює 100 т. [21, с.9]

Аналіз задачі:

Проаналізуємо фізичне явище, яке є ключовим для даної задачі – мова йде про плавання тіла у газоподібному середовищі. На тіло, що знаходиться в рідині або газі, діє сила Архімеда. Оскільки апарат рухається вгору, то виштовхувальна сила переважає силу тяжіння, а їх різниця і визначає значення підйімальної сили дирижабля. Зауважуємо, що опором повітря в даному випадку для полегшення обчислення знехтуємо, оскільки тіло має обтічну форму.

Скористаємось табличними значенням густин газів з табл.

Таблиця густин деяких речовин у газоподібному стані

Речовина	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³	Речовина	ρ , кг/м ³	ρ , г/см ³
Азот	1,250	0,001 25	Кисень	1,430	0,001 43
Водень	0,090	0,000 09	Повітря	1,290	0,001 29
Вуглекислий газ	1,980	0,001 98	Чадний газ	1,250	0,001 25
Гелій	0,180	0,000 18	Хлор	3,210	0,003 21

Табл. 3.1 Густина газів

Отже, на кожен 1 м³ використаного гелію отримуємо підймальну силу в $\Delta\rho$ газів:

$$\Delta\rho = \rho(\text{пов}) - \rho(\text{He}) = 1,29 - 0,18 = 1,11 \text{ (кг/м}^3\text{)} \quad (1)$$

Звідси маємо:

$$V = \frac{m}{\Delta\rho} \quad (2)$$

Розв'язання:

Використовуючи формулу (2), маємо наступне значення об'єму дирижабля:

$$V = \frac{m}{\Delta\rho} = \frac{100000}{1.11} \approx 90100 \text{ (м}^3\text{)}$$

Відповідь: 90 100 м³

3.9 Типові задачі: Імпульс. Механічна енергія. Закони збереження імпульсу та енергії

Задача 9. Рівняння руху тіла масою 3 кг задано виразом $x = 10 + 8t - 2t^2$. Тіло рухається уздовж вісі ОХ. Визначте імпульс тіла через $t = 2$ с від початку руху. [22, с.40].

Аналіз задачі:

Даний тип задачі – стандартний, розв'язується за заздалегідь визначеним алгоритмом. Наявність рівняння руху дозволяє нам застосувати таку математичну операцію, як диференціювання: похідна функції $x(t)$ дає нам закон залежності $v(t)$, а далі вже можна використати формулу для визначення імпульсу за означення даної фізичної величини. Визначивши порядой дій, оформимо наші

роздуми математично, спираючись на таблицю похідних елементарних функцій (рис. 3.2).

1. $C' = 0$	11. $(\operatorname{tg} x)' = \frac{1}{\cos^2 x}$
2. $x' = 1$	12. $(\operatorname{ctg} x)' = -\frac{1}{\sin^2 x}$
3. $(\sqrt{x})' = \frac{1}{2\sqrt{x}}$	13. $(\arcsin x)' = \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
4. $(a^x)' = a^x \ln a$	14. $(\arccos x)' = -\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$
5. $(x^\alpha)' = \alpha \cdot x^{\alpha-1}, x \in R$	15. $(\operatorname{arctg} x)' = \frac{1}{1+x^2}$
6. $(e^x)' = e^x$	16. $(\operatorname{arcctg} x)' = -\frac{1}{1+x^2}$
7. $(\log_a x)' = \frac{1}{x \cdot \ln a}$	17. $(sh x)' = ch x$
8. $(\ln x)' = \frac{1}{x}$	18. $(ch x)' = sh x$
9. $(\sin x)' = \cos x$	19. $(th x)' = \frac{1}{ch^2 x}$
10. $(\cos x)' = -\sin x$	20. $(cth x)' = -\frac{1}{sh^2 x}$

Рис.3.2 Таблиця похідних елементарних функцій

Отже, швидкість даного тіла змінюється за законом:

$$v(t) = x(t)' = (10 + 8t - 2t^2)' = 8 - 4t \quad (1)$$

Визначимо значення швидкості через 2 с після початку руху:

$$v(2) = 8 - 4 \cdot 2 = 8 - 8 = 0 \quad (2)$$

Отже, через заданий час швидкість тіла дорівнює нулю, а значить, імпульс тіла теж нульовий.

Відповідь: 0

3.10 Типові задачі: Механічна робота. Потужність. ККД

Задача 10. Потужність двигуна танка 368 кВт. З якою максимальною швидкістю може рівномірно підніматися танк у гору з нахилом 30°? Маса танка 15 т. [20, с.147].

Аналіз задачі:

Маємо тіло, що рухається вгору похилою площиною. Розглянемо сили, що діють на тіло: 1) сила тяги двигуна, напрямлена вздовж похилої площини; 2) сила

тертя, напрямлена проти руху; 3) сила реакції опори, що перпендикулярна до поверхні площини; 4) сила тяжіння, напрямлена вертикально вниз. Зображення сил у загальному вигляді представлено на рис.3.3:

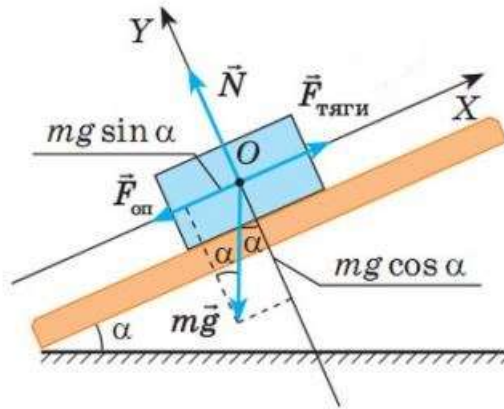


Рис.3.3 Рух тіла похилою площиною під дією тяги

Зауважимо, що для рівномірного руху прискорення тіла дорівнює 0. Тому проекції сил на обрані вісі матимуть наступний вигляд:

$$\begin{cases} OX: F_T - F_{тр} - mg \sin \alpha = 0 \\ OY: N - mg \cos \alpha = 0 \end{cases} \quad (1)$$

З другого рівняння системи визначаємо, що $N = mg \cos \alpha$, а так як сила тертя в свою чергу $F_{тр} = \mu N$, то перше рівняння системи набуває виду:

$$F_T = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \quad (2)$$

Звернемось до поняття потужності. За означенням механічна потужність є відношенням виконаної роботи до часу, а механічна робота чисельно дорівнює добутку діючої сили на переміщення; звідси маємо:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = F_T \cdot v \quad (3)$$

Винесемо у формулі (2) спільний множник за дужки та перетворимо (3):

$$v = \frac{P}{mg \cdot (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} \quad (4)$$

Максимальна швидкість руху танка буде досягнута за умови відсутності тертя, тому для отримання відповіді знехтуємо другим доданком у знаменнику виразу (4):

$$v_{\max} = \frac{P}{mg \sin \alpha} \quad (5)$$

Розв'язання:

Підставимо значення числових величин у формулу (5), попередньо записавши їх в системних одиницях:

$$v_{\max} = \frac{368 \cdot 10^3}{15 \cdot 9,8 \cdot \sin 30^\circ} = \frac{368}{73,5} \approx 5 \text{ (м/с)}$$

Відповідь: 5 м/с

3.11 Методика формування добірки задач на урок з механіки у профільній школі

Добірка задач для уроку є одним із ключових інструментів реалізації компетентнісного навчання фізики, оскільки саме через задачі учні набувають умінь застосовувати теоретичні знання, будувати фізичні моделі, здійснювати математичний аналіз та інтерпретацію результатів. Раціонально сформована система задач дозволяє оптимізувати освітній процес, підвищити мотивацію учнів та забезпечити індивідуалізацію навчання відповідно до їхнього рівня підготовки.

Добірка задач на урок має відповідати таким *дидактичним завданням*:

- забезпечення засвоєння нового матеріалу або його поглиблення;
- закріплення базових понять і формул;
- розвиток логічного, критичного та просторового мислення;
- формування ключових та предметних компетентностей;
- підготовка до подальшого навчання у вищій школі;
- розвиток уміння застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Процес добору задач на урок механіки повинен базуватися на таких принципах:

1. Відповідність меті та змісту уроку

На уроці вивчення нового матеріалу доцільно використовувати прості текстові або графічні задачі, що ілюструють нове поняття. На уроках закріплення – стандартні та комбіновані задачі. На уроках узагальнення – задачі підвищеної складності, творчі та проблемні.

2. Поступове ускладнення

Задачі повинні бути відібрані так, щоб рівень складності зростав поступово:

1. репродуктивні (на пряму підстановку);
2. стандартні (на застосування кількох формул);
3. комбіновані (інтегрують кілька тем);
4. задачі з параметрами, графічні та якісні;
5. творчі та прикладні.

Цей підхід активізує мислення учнів і дає змогу кожному поступово перейти від простих дій до складніших.

3. Варіативність типів задач

Добірка повинна містити задачі різної природи, а саме:

- кількісні (розрахункові);
- якісні (на пояснення фізичних явищ);
- графічні (аналіз або побудова графіків);
- векторні (побудова діаграм сил);
- експериментальні (за даними досліду або демонстрації);
- прикладні (моделювання реальних ситуацій).

Таке різноманіття створює умови для формування гнучкого мислення та міжпредметних компетентностей.

4. Урахування індивідуальних особливостей учнів

Учні профільної школи мають різний рівень математичної підготовки, темп роботи та стиль мислення. Тому добірка задач повинна передбачати:

- варіанти різного рівня складності;
- завдання для швидких учнів (задачі підвищеної складності);
- задачі для учнів, яким потрібні додаткові тренувальні вправи;
- завдання з відкритою відповіддю або кількома шляхами розв'язання.

5. Компетентнісна спрямованість

Добірка задач повинна сприяти формуванню таких компетентностей:

- уміння моделювати фізичні процеси;

- уміння аналізувати дані, працювати з графіками;
- здатність до рефлексії та самооцінювання результатів;
- критичне осмислення фізичних висновків;
- здатність застосовувати знання до практичних життєвих ситуацій.

6. Логічна завершеність добірки

Задачі мають утворювати єдину навчальну систему, у якій:

- кожна попередня задача готує до наступної;
- присутні як “опорні” задачі, так і такі, що створюють проблемну ситуацію;
- у кінці добірки є узагальнююча задача, яка перевіряє засвоєння всього матеріалу.

Структура типової добірки задач на урок механіки

Оптимальною вважається добірка, що містить:

1. 1–2 базові задачі на відтворення формул та понять.
2. 2 стандартні задачі на комбінування фізичних законів.
3. 1 графічну або якісну задачу для розвитку мислення.
4. 1 прикладну або проблемну задачу, яка стимулює дослідницький підхід.
5. 1 задачу підвищеної складності для сильних учнів (може бути необов’язковою).

Загалом добірка повинна забезпечити можливість:

- тренування;
- аналізу;
- творчого застосування;
- індивідуалізації навчальної діяльності.

3.12 Типові помилки учнів під час розв’язування задач з механіки

Процес розв’язування механічних задач у профільній школі часто супроводжується типовими труднощами, які мають системний характер та обумовлені як недостатнім опануванням теоретичного матеріалу, так і

нерозвиненістю навичок математичного моделювання, логічного аналізу та просторового мислення. Виявлення і систематизація таких помилок дозволяють удосконалити методику навчання, підвищити ефективність уроків і сприяти формуванню стійких компетентностей учнів.

1. Помилки під час аналізу умови задачі

1.1. Неправильне виокремлення фізичних величин

Учні часто:

- плутають шлях і переміщення;
- неправильно визначають початкові умови;
- не бачать залежностей між величинами.

1.2. Ігнорування або неправильне тлумачення ключових фраз

Наприклад:

- «кинули вертикально вгору» — учні застосовують формули для рівноприскореного руху без урахування зміни напрямку швидкості;
- «рух рівномірний» — учні все одно використовують формули з прискоренням.

2. Помилки на етапі побудови фізичної моделі

2.1. Відсутність або неправильне виконання рисунка, схеми сил

У задачах на динаміку часто не враховується:

- сила тертя;
- реакція опори;
- напрямки сили тяжіння;
- дія кількох сил одночасно.

2.2. Невірне обрання системи відліку

Наприклад, у задачах на відносний рух учні помилково вважають швидкості незалежними.

3. Помилки у виборі формул і законів

3.1. Механічне заучування формул без розуміння умов їх застосування

Типові випадки:

- формула $S = vt$ використовується навіть при наявності

прискорення;

- у задачах на кидання під кутом використовують формули для руху по вертикалі.

3.2. Неправильне поєднання законів

Зокрема, плутають, коли застосовувати:

- закони збереження енергії;
- закони Ньютона;
- кінематичні рівняння.

Це часто призводить до надмірного або неправильного ускладнення розв'язку.

4. Математичні помилки

4.1. Некоректні перетворення формул

Учні:

- неправильно виражають одну величину через іншу;
- допускають помилки при розкритті квадратів, пропорціях, дробах;
- виконують некоректні переходи від векторних рівнянь до скалярних.

4.2. Невміння працювати з графіками

Поширені проблеми:

- плутають площу під графіком з одиничним значенням;
- неправильно визначають кут нахилу графіка;
- інтерпретують графік швидкості як графік координати.

5. Помилки, пов'язані з одиницями вимірювання

- використання величин у несистемних одиницях (км/год, хвилини, грами) без переведення в SI;
- неправильне перетворення одиниць (наприклад, км/год у м/с);
- арифметичні помилки при підстановці числових значень.

6. Логічні та концептуальні помилки

6.1. Невміння оцінити реальність результату

Типовими є відповіді:

- швидкість більша за швидкість світла;

- маса з від'ємним значенням;
- сила, що суперечить напрямку руху;
- енергія, яка фізично не може бути нульовою або від'ємною (у контексті задачі).

6.2. Неправильне тлумачення прискорення

Учні часто думають, що:

- якщо швидкість зменшується, то прискорення відсутнє;
- прискорення завжди має той самий напрямок, що й швидкість;
- тіло не може рухатися проти дії сили тяжіння.

7. Помилки на етапі рефлексії (перевірки результату)

- учні не перевіряють розмірність отриманих виразів;
- не співставляють числову відповідь з умовою;
- не роблять висновку, який пояснює фізичний зміст отриманого результату.

8. Причини виникнення типових помилок

Основні фактори:

- відсутність системності у навчанні розв'язування задач;
- недостатнє опанування теоретичного матеріалу;
- слабкий розвиток математичного апарату;
- відсутність практики побудови фізичних моделей;
- механічне використання формул без розуміння їх змісту;
- невміння виділити головне у складній умові задачі;
- низький рівень самоконтролю та рефлексії.

9. Методичні підходи до подолання типових помилок

- навчання через алгоритми та поетапне моделювання ситуації;
- систематичне використання графічних способів;
- впровадження якісних задач і задач з відкритою відповіддю;
- регулярна робота з одиницями вимірювання;
- навчання аналізу та оцінки реальності результату;
- обговорення типових помилок на уроці як частини навчального

процесу;

- розвиток навичок математичної культури.

Висновки до Розділу III

У третьому розділі було представлено систему типових задач із механіки, що охоплює базові та поглиблені теми профільного курсу фізики, а також детально розглянуто методику їх розв'язування. Аналіз виконаних прикладів показав, що структуроване подання задач за видами руху, видами сил, законами збереження та іншими ключовими фізичними поняттями сприяє формуванню в учнів цілісного бачення механічних явищ і міжпредметних зв'язків.

Розв'язання запропонованих задач продемонструвало ефективність використання алгоритмічного підходу, який включає аналіз умови, побудову фізичної моделі, раціональний добір законів і формул, виконання математичних перетворень та рефлексію отриманих результатів. Такий підхід забезпечує не лише засвоєння змістових ліній механіки, а й розвиток ключових компетентностей: уміння моделювати, аналізувати, застосовувати теорію на практиці, робити висновки на основі математичних та фізичних міркувань.

Представлені задачі охопили різні рівні складності — від базових тренувальних до комбінованих і творчих, що відповідає потребам профільної школи та дозволяє використовувати їх як у навчальній, так і в контрольній діяльності. Особливу увагу приділено задачам, що інтегрують декілька законів або видів руху, оскільки саме вони найбільш повно формують аналітичне мислення та готують учнів до подальшого навчання у технічних та природничих спеціальностях.

Таким чином, матеріали розділу підтверджують, що системний добір типових задач та чітке методичне забезпечення їх розв'язання є необхідним компонентом підготовки учнів профільної школи до ефективного опанування механіки. Комплексний підхід до задачного навчання сприяє глибшому розумінню фізичних процесів, підвищує навчальну мотивацію та формує практично спрямовані компетентності, які відповідають сучасним освітнім стандартам.

ВИСНОВОК

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було досліджено методичні аспекти формування ключових компетентностей учнів у процесі навчання фізики, зокрема через ознайомлення з різними методами розв'язування типових задач з механіки. Проведене теоретичне й практичне опрацювання матеріалу підтверджує, що саме механіка, як базовий розділ фізики, має значний потенціал для розвитку логічного, критичного й алгоритмічного мислення, уміння аналізувати проблемні ситуації та приймати науково обґрунтовані рішення. Уміння застосовувати різні способи розв'язання задач дозволяє учням усвідомити не лише кінцевий результат, але й сам процес пошуку відповіді, що є важливим елементом дослідницької та інтелектуальної діяльності.

Розв'язування задач механіки із застосуванням різних методів сприяє формуванню гнучкості мислення, розвитку здатності бачити фізичну проблему з кількох позицій, обирати оптимальний шлях її вирішення. Використання порівняння методів (аналітичного, графічного, синтетичного та ін.) дає змогу учням не лише краще розуміти закони та явища, а й усвідомлювати зв'язки між різними розділами фізики, їхню практичну й прикладну значущість. Це, своєю чергою, формує уміння переносити знання на реальні життєві ситуації, що відповідає цілям компетентнісного навчання та нових освітніх стандартів.

Систематичне застосування різних методів розв'язування задач під час вивчення механіки створює сприятливі умови для розвитку в учнів ключових компетентностей природничої галузі: уміння працювати з інформацією, критично оцінювати результати, будувати логічні міркування, застосовувати математичний апарат до аналізу фізичних явищ, проводити спостереження та експерименти. Крім того, активізація пізнавальної діяльності через задачний підхід позитивно впливає на мотивацію учнів до вивчення фізики, сприяє формуванню наукового світогляду та розвитку міжпредметних зв'язків, особливо з математикою, інформатикою й технологіями.

Результати роботи підтверджують, що ефективне навчання задачного розв'язування потребує не лише демонстрування різних підходів, але й педагогічно обґрунтованої організації освітнього процесу, що включає диференціацію завдань, цілеспрямоване формування навичок аналізу умови задачі, порівняння способів розв'язання, залучення учнів до обговорення та самостійного пошуку оптимальних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про освіту : закон України від 05.09.2017 р. № 2145-VIII. *Голос України*. 2017. 27 верес. (№ 178-179). С. 10–22.
2. Концепція Нової української школи: розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 р. № 988-р. Київ, 2016. 4 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text> (дата звернення: 29.07.2025).
3. Олександр Іванович Бугайов: Учитель. Вчений. Громадянин (до 100-річчя від дня народження) : збірник матеріалів круглого столу (05 грудня 2023 року, м. Київ) [Електронне видання] / за заг. ред. О. І. Ляшенка, М. В. Головка ; Ін-т педагогіки НАПН України. Київ : Педагогічна думка, 2024. 103 с. URL: <https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2024/05/Zbirnyk-Buhayov.pdf> (дата звернення: 13.09.2025).
4. Концепція профільного навчання: наказ Міністерства освіти і науки України від 21.08.2013 р. № 1224. Київ, 2013. 7 с. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1456729-13#Text> (дата звернення: 08.07.2025).
5. Формування ключових компетентностей учнів засобами фізики : ініціативність і підприємливість / О. В. Ліскович. Миколаїв : ОІППО, 2021. 108 с – URL: https://repository.moippo.mk.ua/upload/27-06-22_13525223.pdf (дата звернення: 09.09.2025).
6. Сиротюк О. М. Теорія й методика навчання фізики: компетентнісний підхід. Київ : Либідь, 2020. 268 с.
7. Максименко С., Деркач Л., Кіричевська Е., Касинець М. Психологія когнітивних процесів: наук. посібник / Нац. академія пед. наук України, Інститут психології ім. Г.С. Костюка. Київ : «Видавництво Людмила» 2022. 420 с.
8. Савченко В.Ф., Бойко М.П., Дідович М.М., Закалюжний В.М., Руденко М.П. Методика навчання фізики в середній школі (Загальні питання)

Конспекти лекцій // За ред. Савченка В.Ф. Чернігів: ЧДПУ ім.Т.Г.Шевченка, 2003. 100 с.

9. Міністерство освіти і науки України. Офіційний сайт. [Електронний ресурс] URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/typovi-programu-2-11/typova-osv-prohr-zzso-iii-stupenya-890.pdf>

10. Є. М. Мисечко, О. К. Ткаченко, В. Л. Рудніцький. Формування у майбутніх учителів методичних умінь розв'язувати задачі з фізики [Електронний ресурс]. URL: <https://studentam.net.ua/content/view/3403/97/>

11. Міністерство освіти і науки України. Офіційний сайт. [Електронний ресурс] URL: <https://mon.gov.ua/news/usi-uchasnyky-osnovnykh-sesii-nmt2025-uzhe-otrymaly-rezultaty-iavka-91> (дата звернення: 10.11.2025)

12. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В. Формування експериментаторських якостей учителя фізики засобами цілеорієнтувань. *Вісник ЧДПУ ім.Шевченка*. 2005. Вип. 30. с.6-10.

13. Засєкіна Т М., Засєкін Д. О. Фізика і астрономія (профільний рівень): підруч. для 10 кл. закл. заг. сер. освіти. Київ : УОВЦ «Оріон», 2018. 304 с.

14. Божинова Ф.Я., Карпухіна О. О., Хардіков В. В. Фізика: зб. задач. Х.: Вид-во «Ранок», 2011. 288 с.

15. Кирик Л.А. Фізика-10. Різномірні самостійні та контрольні роботи. Харків : «Гімназія», 2002. 192 с.

16. Київська Мала Академія наук. [Електронний ресурс]. URL: <https://kman.kyiv.ua/ua/Vseukrainski-uchnivski-olimpiadi-z-navchalnikh-predmetiv>

17. International Physics Olympiad. [Електронний ресурс]. URL: <https://ipho-unofficial.org/>

18. Фізика. Комплексна підготовка до ЗНО / уклад.: Н. Струж, В. Мацюк, С. Остап'юк. Тернопіль : Видавництво «Підручники і посібники», 2013. 464 с.

19. Дмитрієва В.Ф. Фізика : навч.посіб. Київ : «Техніка», 2008. 648 с.

20. Сіденко М. В., Сіденко О. М. Задачі-оцінки. Харків : Вид.група «Основа», 2007. 160 с.

21. Збірник задач з фізики «Левеня», II ч. (2012-2016) / упоряд. Алексейчук В.І. Львів : «Каменярь», 2017. 132 с