

УДК 373.5.016:53:004

DOI 10.31494/2412-9208-2023-1-1-181-188

METHODS OF SOLVING OF GAS LAWS GRAPHIC PROBLEMS IN THE SCHOOL PHYSICS COURSE

МЕТОДИКА РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ГРАФІЧНИХ ЗАДАЧ НА ІЗОПРОЦЕСИ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

Oleksandr SHKOLA,

Doctor of Pedagogical Sciences,
Associate Professor

aleksandrshkola99@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9946-446X>

*Berdiansk State Pedagogical
University,
✉ 4, Schmidt st., Berdiansk,
Zaporizhzhia region, 71100, Ukraine*

Svitlana KAMULYA,

physics teacher

iana.kamulya@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0007-9716-4990>

Terniv Professional Mining Lyceum

*✉ 24, Mayakovsky str., Ternivka,
Dnipropetrovsk region, 51502,
Ukraine*

Олександр ШКОЛА,

доктор педагогічних наук, доцент

*Бердянський державний
педагогічний університет,*

*✉ вул. Шмідта, 4, м. Бердянськ,
Запорізька обл., 71100, Україна*

Світлана КАМУЛЯ,

викладач фізики

*Тернівський професійний
гірничий лицей*

*✉ вул. Маяковського 24,
м. Тернівка, Дніпропетровська
обл., 51502, Україна*

Original manuscript received: March 30, 2023

Revised manuscript accepted: April 09, 2023

ABSTRACT

The article deals with the theoretical and methodological aspects of the implementation of the author's methodical approach of solving graphic problems on gas laws as one of the key issues of the school physics course and an integral component of the students' subject competence. It is noted that despite the availability of various literary sources related to physics teaching methods, an important issue of the modern educational process in physics in general and problem solving in particular is the implementation of active methods, techniques and forms of learning to in school practice. They encourage students to active thinking, develop their cognitive interest, and form a culture of intellectual work and independent practical actions. It is noted that the effective assimilation of the main questions of the corresponding topic of the school course in physics, taking into account the principles of scientificity, clarity and generalization, will be facilitated by meaningful compactness, unity and a clear sequence of educational and cognitive actions of students during the solving of graphic problems at the first lessons. The author proposes the algorithm of problem solving that includes the following stages: 1) systematization of information about the main gas laws and their graphic representation; 2) students find out the nature of the change in one of the three parameters of the gas state; 3) construction of a closed process with an ideal gas on the other two diagrams for cases when individual sections of graphic represents loop process

181

ICV 2021: 85.25

DOI 10.31494/2412-9208-2023-1-1

(that is, assume a change in all three gas parameters); 4) solving graphic problems for gas laws which are not loop processes; 5) solving graphical problems for loop processes in the form of circles on the initial diagrams. The authors' own pedagogical experience shows that the organization of the educational process based on the proposed methodical approach is effective and efficient, which is confirmed by the level of cognitive activity and educational success of both school students and students of higher education in recent years.

Key words: graphic problems, gas laws, loop process, methods of solving physical problems, subject competence of students in physics, school physics course.

Вступ. Розв'язання різноманітних фізичних задач – невід'ємна складова освітнього процесу з фізики в загальноосвітній школі, оскільки, як відомо, слугує простим, зручним та ефективним способом перевірки та систематизації знань, умінь і навичок учнів, дозволяє у найбільш раціональній формі проводити повторення вивченого матеріалу, формувати і збагачувати уявлення про фізичні явища, поняття, принципи і закони, розвивати фізичне мислення та навички застосування знань на практиці. Останнє, як відомо, є показником їх свідомості та міцності, показником предметної компетентності. Однак навіть у випадку доброго засвоєння учнями навчального матеріалу вони не завжди можуть свідомо та обґрунтовано застосовувати свої знання на практиці; цьому їх треба спеціально навчати, причому під час розв'язування фізичних задач зробити це можна найбільш ефективно. Основна мета, яку при цьому ставлять, – розвиток фізичного мислення учнів, зокрема умінь аналізувати фізичні явища, знаходити зв'язки між їх кількісними та якісними характеристиками, вміння бачити спільне і відмінне, порівнювати, проводити аналогії та узагальнювати відомості про них. При цьому важливим питанням розв'язування задач та сучасного освітнього процесу з фізики загалом є реалізація в шкільній практиці активних методів, прийомів і форм навчання, які максимально спонукають учнів до активної мисленнєвої діяльності, розвивають пізнавальний інтерес, формують культуру розумової праці і самостійних практичних дій. Уміння самостійно мислити та обґрунтовувати власні пізнавальні дії під час розв'язування різноманітних навчальних завдань, оволодіння «мовою» фізичної науки, на нашу думку, виступає невід'ємним компонентом предметної компетентності учнів, одним з провідних освітніх завдань шкільного курсу фізики. Реальна освітня практика свідчить, що ця проблема останніми роками стає все більш актуальною. У сучасних освітніх умовах дистанційного і змішаного навчання через пандемію COVID-19 та військовий стан у державі актуальним залишається пошук методів і підходів, які б дозволяли відповідно до принципів цілісності, логічної послідовності та генералізації подавати навчальний матеріал шкільного курсу фізики більш компактно, щільніше, не зменшуючи при цьому рівень науковості та, безумовно, якість предметної підготовки учнів. Останнє повинно знайти адекватне відображення в методиці викладання його основних питань. У зв'язку з цим *метою статті* є висвітлення методичних особливостей розв'язування графічних задач на ізопроцеси як одного з ключових питань шкільного курсу фізики та невід'ємного компонента предметної компетентності учнів.

Методи та методики дослідження: *аналіз* літературних джерел з методики навчання фізики, *бесіди* з вчителями і студентами (майбутніми вчителями фізики) під час проходження ними виробничої (педагогічної) практики, *спостереження* за навчально-пізнавальною діяльністю школярів – з метою з'ясування актуальних питань і шляхів розв'язання досліджуваної проблеми; *порівняння та узагальнення* – для систематизації результатів дослідження, формулювання висновків і визначення напрямів подальших наукових розвідок.

Результати та дискусії. Згідно шкільної програми під час вивчення учнями навчальної теми «Рівняння стану ідеального газу. Ізопроееси» розділу «Молекулярна фізика і термодинаміка» передбачено розв'язування різного типу практичних задач, про що окремо зазначено в діяльній частині компоненті їх предметної компетентності. Звичайно, розв'язування різного типу фізичних задач (якісних, розрахункових, графічних, експериментальних та ін.) є запорукою свідомого і міцного засвоєння школярами відповідного навчального матеріалу, формування практичних умінь і навичок, розвитку їх фізичного мислення. Значна кількість та широкий спектр відповідних задач у сучасній навчально-методичній літературі дозволяє вчителю фізики ефективно здійснювати на практиці диференційований підхід, враховуючі типові індивідуальні особливості учнів. Незважаючи на те, що рівень підготовки школярів різний, їм цікаво працювати тоді, коли вони розуміють та усвідомлюють зміст і сенс своєї навчальної діяльності. Невміння розв'язувати задачі породжує негативні емоції та відповідне ставлення до предмета, пригнічує інтерес і віру у власні сили. Тільки діловий, доброзичливий стиль відносин з учнями, різноманітність, послідовність і посилення складності пропонуваного завдання, надання свободи дій у ході їх виконання, підтримка активності, самостійності та ініціативи є запорукою успішності цієї діяльності [2, 4].

Залежно від того, які логічні операції застосовують при розв'язанні фізичних задач, розрізняють два типових методи – аналітичний і синтетичний. Перший полягає у розкладанні задачі на кілька простіших: починають з шуканої величини та аналізу закономірностей, що пов'язує її із заданими; розрахункову формулу одержують як синтез окремих закономірностей. За іншим методом послідовно виявляють зв'язки величин з умови задачі з іншими до тих пір, поки в рівняння не ввійде тільки одна шукана величина. На практиці ці методи у чистому вигляді, окремо майже не застосовують, використовують, як правило, єдиний аналітико-синтетичний метод [3].

У молекулярній фізиці і термодинаміці використовують власні специфічні методи розв'язування задач – молекулярно-кінетичний і термодинамічний. Перший ґрунтується на аналізі властивостей і поведінки окремих молекул, другий – на загальних закономірностях, що не залежать від деталей внутрішньої будови речовини. Як свідчить власний педагогічний досвід, важливе значення у свідомому і міцному засвоєнні учнями навчального матеріалу теми «Рівняння стану ідеального газу. Ізопроееси» має розв'язування на перших уроках саме графічних задач. Чітка послідовність і зрозумілість всіма учнями пропонуваного

алгоритму їх розв'язування сприяє ефективності розв'язування задач іншого типу, кращому розумінню навчального матеріалу, розвиває їх фізичне мислення, виховує увагу, самостійність та ініціативу [5].

На першому етапі учні мають передусім систематизувати інформацію про основні газові закони (рівняння ізопроцесів) та їх графічне зображення (рис. 1).

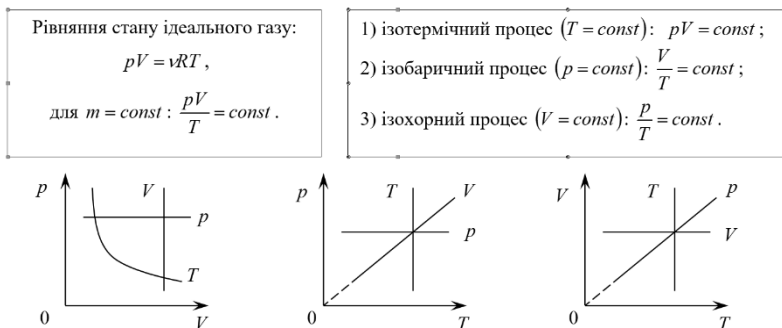


Рис. 1. Рівняння та графічне зображення ізопроцесів

Наступним кроком має стати з'ясування учнями характеру зміни одного невідомого з трьох параметрів стану газу, зокрема температури на діаграмі (p, V) , об'єму на діаграмі (p, T) , тиску на діаграмі (V, T) . Наприклад, у першому випадку на діаграмі зображують дві ізотерми (одна над іншою) з типовим питанням: якій ізотермі відповідає більша температура? Звертаємо увагу, що відповідь на це питання знаходимо також графічним шляхом, спираючись на рівняння стану ідеального газу (рис. 2).

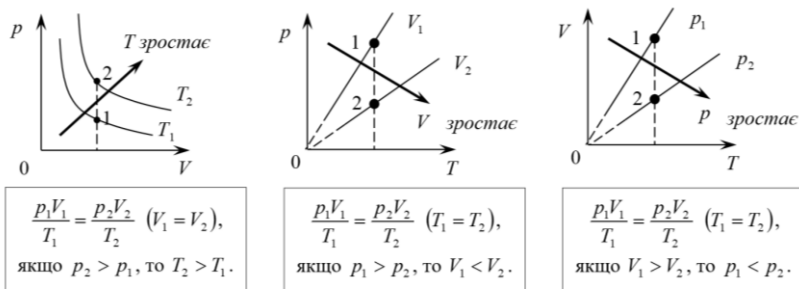


Рис. 2. Графічна ілюстрація характеру зміни параметрів стану ідеального газу

Після цього можна розпочинати розв'язувати графічні задачі з типовим питанням: як змінюються параметри стану ідеального газу на ділянках 1-2 (рис. 3)?

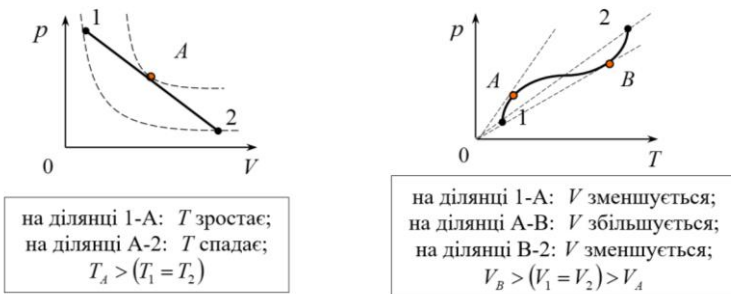


Рис. 3. Зміна параметрів стану ідеального газу на окремих ділянках

Наступним кроком має стати розв'язування задач з таким типовим питанням: зобразити замкнений процес з ідеальним газом на двох інших діаграмах (звичайно, що ці графіки також будуть замкненими). Наприклад, якщо на діаграмі (p, V) замкнений процес з трьома станами є сукупністю всіх ізопроцесів (ізотермічного, ізобаричного, ізохорного), то слід звернути увагу учнів на те, що згідно теорії на інших діаграмах нахил ізобари та ізохори має бути таким, ніби вони виходять з початку координат (рис. 4). Очевидно, що побудові відповідних графіків має передувати детальний аналіз кожної окремої ділянки вихідного графіку: з'ясуванню який з параметрів стану збільшується, зменшується або залишається сталим.

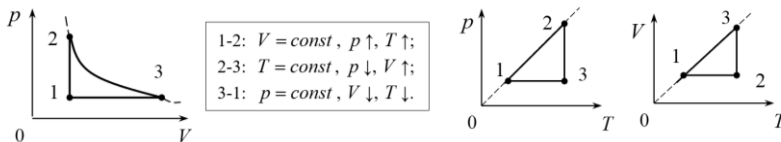


Рис. 4. Зображення замкненого процесу з ідеальним газом на двох інших діаграмах

Умовою наступної задачі є замкнений процес, який на діаграмі (p, T) має вигляд прямокутника, при цьому два його стани (2, 4) належать одній ізохорі (рис. 5). Під час побудови відповідних графіків слід мати на увазі останню обставину та надалі її дотримуватися.

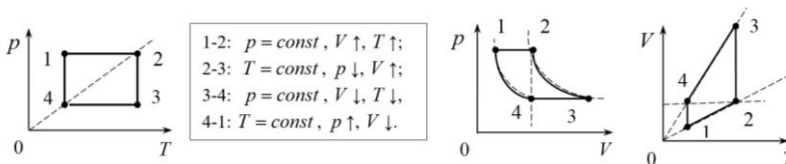


Рис. 5. Зображення замкненого процесу з ідеальним газом на двох інших діаграмах з характерними станами

Задачі наступного рівня складності мають містити замкнені процеси, окремі ділянки яких не є ізопроцесами, тобто передбачати зміну усіх трьох параметрів газу (рис. 6 а). Розв'язування графічних задач на ізопроцеси, які не є замкненими, є наступним кроком у розвитку практичних умінь і навичок учнів з відповідної теми. Вони можуть самі обирати вихідні діаграми і пропонувати власні варіанти відповідних процесів, у тому числі із зміною усіх трьох параметрів газу (рис. 6 б,в). При цьому слід уважно дотримуватися відповідності співвідношень параметрів стану на нових і вихідному графіках.

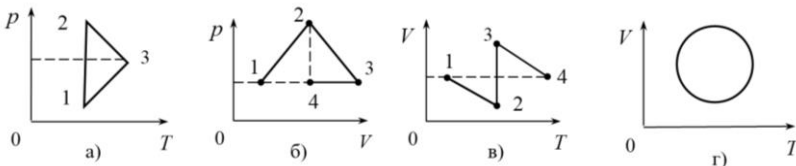


Рис. 6. Приклади складних графічних задач із зміною всіх параметрів ідеального газу

Останнім, найвищим рівнем розв'язування графічних задач на ізопроцеси є такі, що містять на вихідних діаграмах замкнені процеси у вигляді кіл (рис. 6,г). Задачі відповідають олімпіадному рівню і потребують певної математичної підготовки (врахуванням такого поняття, як швидкість зміни функції), концентрації знань, уваги і творчих здібностей учнів [1]. Як свідчить власний педагогічний досвід, за умов цілеспрямованої, послідовної і системної роботи всі учні класу із задоволенням і цікавістю розв'язують навіть такі складні задачі. Звичайно, основна мета полягає не в розв'язанні учнями значної кількості графічних задач, а у виробленні самостійного підходу до будь-якої фізичної проблеми, уміння самостійно думати і відповідально діяти на основі набутих знань і досвіду практичної діяльності. Розв'язування графічних задач на ізопроцеси мають у цьому відношенні великий дидактичний потенціал.

Висновки. Згідно компетентнісного підходу сучасної освіти важливим є не стільки широта та енциклопедичність знань людини, а вміння і навички їх ефективного застосування на практиці. Розв'язування різноманітних задач у шкільному курсі фізики в цьому контексті має надзвичайно важливе значення, оскільки передбачає реалізацію низки освітніх, розвивальних та виховних цілей. Власний педагогічний досвід свідчить, що в сучасних складних освітніх умовах надзвичайно актуально залишається реалізація активних методів і прийомів навчання, які максимально мірою спонукають учнів до активної мисленнєвої діяльності, розвивають пізнавальний інтерес, формують культуру розумової праці і самостійних практичних дій. У зв'язку з цим у статті висвітлено методичні особливості розв'язування графічних задач на ізопроцеси як одного з ключових питань шкільного курсу фізики та невід'ємного компоненту предметної компетентності учнів. Організація освітнього процесу на основі запропонованого методичного підходу свідчить про його ефективність, що підтверджується рівнем пізнавальної активності та навчальної успішності як учнів, так здобувачів вищої освіти протягом останніх років.

Література

1. Булавин Л. А., Гаврюшенко Л. А., Сисоєв В. М. Молекулярна фізика. Київ : Знання, 2006. 567 с.
2. Іваницький О. І., Ткаченко С. П. Технології навчання фізики : теоретико-методичні засади : навч. посібник. Запоріжжя : ЗНУ, 2010. 254 с.
3. Методика навчання фізики у старшій школі / [за ред. В. Ф. Савченка]. Київ : Академвидав, 2011. 294 с.
4. Школа О. В. Професійна спрямованість курсу теоретичної фізики в педагогічному університеті. *Наукові записки КДПУ імені В. Винниченка. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. Вип. 8. Ч. 2. С. 159-164.
5. Школа О. В. Формування предметної компетентності учнів з фізики в умовах інтерактивного навчання. *Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки : зб. наук. праць*. Вип. 2. Бердянськ : БДПУ, 2020. С. 227-235. URL : <https://pedagogy.bdpu.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/25.pdf>. (дата звернення: 01.03.2023)

References

1. Bulavin, L. A., Havriushenko, L. A., Sysoiev, V. M. (2006). *Molekuliarna fizyka* [Molecular physics]. Kyiv : Znannia. 567 s. [in Ukrainian].
2. Ivanytskyi, O. I., Tkachenko, S. P. (2010). *Tekhnolohii navchannia fizyky : teoretyko-metodychni zasady : navch. posibnyk* [Physics teaching technologies: theoretical and methodological principles : teaching. manual]. Zaporizhzhia : ZNU. 254 s. [in Ukrainian].
3. Savchenko, V. F. (ed.) (2011). *Metodyka navchannia fizyky u starshii shkoli* [Methods of teaching physics in high school]. Kyiv : Akademvydav. 294 s. [in Ukrainian].
4. Shkola, O. V. (2015). *Profesiina spriamovanist kursu teoretychnoi fizyky v pedahohichnomu universyteti* [Professional orientation of the theoretical physics course at the pedagogical university]. Naukovi zapysky KDPU imeni V. Vynnychenka. Seria : Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity [Scientific notes of the KDPU named after V. Vinnichenko. Series: Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education]. Kirovohrad : RVV KDPU im. V. Vynnychenka, Vyp. 8, Ch. 2, S.159-164. [in Ukrainian].
5. Shkola, O. V. (2020). *Formuvannia predmetnoi kompetentnosti uchniv z fizyky v umovakh interaktyvnoho navchannia* [Formation of subject competence of students in physics in the conditions of interactive learning]. Naukovi zapysky Berdianskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu. Pedahohichni nauky : zb. nauk. prats [Scientific notes of Berdyan State Pedagogical University. Pedagogical sciences: coll. of science works]. Berdiansk : BDPU, Vyp. 2, S.227-235. URL: <https://pedagogy.bdpu.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/25.pdf>. [in Ukrainian]. (data zvernennia: 01.03.2023).

АНОТАЦІЯ

У статті розглядаються теоретико-методичні аспекти реалізації авторського методичного підходу до розв'язування графічних задач на ізпроцеси як одного з ключових питань шкільного курсу фізики та невід'ємного компоненту предметної компетентності учнів. Зазначено, що, незважаючи на наявність різноманітних літературних джерел з методики навчання фізики, важливим питанням сучасного освітнього процесу з фізики взагалі та розв'язування задач зокрема є реалізація в шкільній практиці активних методів, прийомів і форм навчання, які максимальною мірою спонукають учнів до активної

мисленнєвої діяльності, розвивають пізнавальний інтерес, формують культуру розумової праці і самостійних практичних дій. Зазначено, що ефективному засвоєнню основних питань відповідної теми шкільного курсу фізики з урахуванням принципів науковості, наочності та генералізації сприятиме змістовна компактність, єдність та чітка послідовність навчально-пізнавальних дій учнів під час розв'язування на перших уроках саме графічних задач. Пропонований алгоритм дій учнів включає в себе такі етапи: 1) систематизація інформації про основні газові закони та їх графічне зображення; 2) з'ясування учнями характеру зміни одного невідомого з трьох параметрів стану газу; 3) побудова замкненого процесу з ідеальним газом на двох інших діаграмах для випадків коли окремі ділянки є та не є ізопроцесами (тобто передбачати зміну усіх трьох параметрів газу); 4) розв'язування графічних задач на ізопроцеси, які не є замкненими фігурами; 5) розв'язування графічних задач на ізопроцеси, що містять на вихідних діаграмах замкнені процеси у вигляді кіл. Власний педагогічний досвід авторів свідчить, що організація освітнього процесу на основі пропонованого методичного підходу є ефективним і результативним, що підтверджується рівнем пізнавальної активності та навчальної успішності як учнів, так здобувачів вищої освіти протягом останніх років.

Ключові слова: графічні задачі, ізопроцеси, методи розв'язування фізичних задач, предметна компетентність учнів з фізики, шкільний курс фізики.