

РОЗДІЛ IV

Фізична хімія

УДК 544.34:372.854:371.26:303.448:004.382

О. М. Янчук – кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри фізичної та колоїдної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки;

С. В. Супрунович – кандидат хімічних наук, доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки;

А. П. Федчик – студентка V курсу хімічного факультету Волинського національного університету імені Лесі Українки;

О. В. Марчук – кандидат хімічних наук, доцент кафедри фізичної та колоїдної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки;

Н. В. Кучерепа – старший викладач кафедри фізичної та колоїдної хімії Волинського національного університету імені Лесі Українки

Комп'ютерне тестування з розділу фізичної хімії “Хімічна рівновага”

Роботу виконано на кафедрі фізичної та колоїдної хімії ВНУ ім. Лесі Українки

Складено 150 тестових завдань із розв'язками трьох рівнів складності з розділу фізичної хімії “Хімічна рівновага”. Тестові завдання адаптовано для комп'ютерної перевірки знань студентів хімічного факультету. Завдання придатні для комп'ютерного тестування.

Ключові слова: тести, тестові завдання, комп'ютерне тестування, база даних, хімічна рівновага.

Янчук А. Н., Супрунович С. В., Федчик А. П., Марчук О. В., Кучерепа Н. В. Компьютерное тестирование по разделу физической химии “Химическое равновесие”. Составлено 150 тестовых заданий с решениями трех уровней сложности по разделу физической химии “Химическое равновесие”. Тестовые задания адаптированы для компьютерной проверки знаний студентов химического факультета. Задания пригодны для компьютерного тестирования.

Ключевые слова: тесты, тестовые задания, компьютерное тестирование, база данных, химическое равновесие.

Yanchuk O. M., Suprunovych S. V., Fedchik A. P., Marchuk O. V., Kucherepa N. V. Computational Testing on the Section of Physical Chemistry “Chemical Equilibrium”. The 150 test tasks of three levels of difficulty with answers were formed on section of Physical Chemistry, “Chemical Equilibrium”. The test tasks were adapted for computers control of the knowledge of chemical faculty students. The tasks suitable for computer testing.

Key words: tests, test tasks, computer testing, database, chemical equilibrium.

Постановка наукової проблеми та її значення. Одним із найефективніших методів діагностики рівня засвоєння навчального матеріалу є тестування. Воно дає змогу отримати об'єктивні оцінки рівня знань, умінь, навиків, перевірити відповідність підготовленості випускників згідно із заданими стандартами та виявити прогалини в підготовці студентів. Адекватність та об'єктивність оцінювання знань студентів залежить від якості використаних для діагностики тестових завдань [1]. У поєднанні з персональними ЕОМ і програмно-педагогічними засобами тести допомагають перейти до створення сучасних систем адаптивного навчання і контролю.

© Янчук О. М., Супрунович С. В., Федчик А. П., Марчук О. В., Кучерепа Н. В., 2009

Тенденція до інтегрування в міжнародний освітній простір зумовила необхідність впровадження у навчальний процес тестової системи контролю знань. Втілення цієї системи має декілька цілей. Воно створює умови для накопичення інформації про ефективність викладання матеріалу з даної дисципліни та шляхи її оптимізації; дає змогу об'єктивно оцінити рівень підготовки кожного студента; підвищує інтерес студентів до предмету; слугує алгоритмом навчання [2].

Аналіз останніх досліджень із цієї проблеми. Тестові завдання впродовж останнього десятиріччя використовувалися в нашому університеті для письмового допуску до лабораторних занять з фізичної хімії [3]. Останнім часом над створенням нових та переробкою раніше створених тестових завдань, адаптованих для комп'ютерного тестування, працюють і викладачі, і студенти. Раніше для комп'ютерного тестування були адаптовані завдання з розділів “Хімічна термодинаміка”, “Розчини” та “Фазові рівноваги” [4–6].

Формулювання мети та завдань статті. Метою нашої роботи є створення тестових завдань для оцінювання знань студентів спеціальності “хімія” з розділу фізичної хімії “Хімічна рівновага”, адаптація їх для комп'ютерної перевірки та проведення аналізу придатності тестів на основі результатів комп'ютерного тестування.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Завдання для тестування охоплювали всі питання, які розглядаються програмою вивчення розділу “Хімічна рівновага”. Студенти повинні освоїти понятійний апарат (“хімічна рівновага та її ознаки”, “хімічна змінна”, “число пробігів реакції”, “константа рівноваги”, “ступінь перетворення”, “хімічна спорідненість”, “принцип Ле-Шательє” тощо); мають знати закон діючих мас; рівняння ізотерми хімічної реакції Вант-Гоффа; рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції Вант-Гоффа; повинні вміти розраховувати: константи рівноваги, виражені через різні рівноважні величини (парціальні тиски, кількості речовин, мольні частки, молярні концентрації), константи рівноваги, використовуючи метод приведених енергій Гіббса, формули першого й другого наближення Уліха; склад рівноважної суміші, ступені перетворення вихідних речовин; виходи продуктів.

Тестові завдання склалися з питань трьох рівнів складності. Перший рівень – закриті тестові завдання, в яких виявляється знання понятійного апарату розділу. Завдання цього рівня складності вимагають вибрати одну відповідь з декількох.

Другий і третій рівень – відкриті тести (задачі). Завдання другого рівня складності – це задачі на визначення початкових концентрацій вихідних речовин за відомими рівноважними концентраціями продуктів та вихідних речовин або за константою рівноваги та концентраціями вихідних речовин на момент рівноваги; на обчислення константи рівноваги за початковими концентраціями вихідних речовин та їх ступенями перетворення до настання рівноваги або за наявними рівноважними концентраціями всіх учасників реакції, або ж за відомими початковими та рівноважними концентраціями вихідних речовин; на визначення рівноважних концентрацій однієї з речовин за відомими рівноважними концентраціями всіх інших речовин та константою рівноваги.

Завдання третього рівня складності вимагають розв'язання квадратичних рівнянь для визначення рівноважних концентрацій однієї з речовин чи обчислення ступеня перетворення вихідної речовини; визначення константи рівноваги за відомими початковими концентраціями вихідних речовин та рівноважною концентрацією одного з продуктів реакції; визначення рівноважних концентрацій речовин після зміщення попереднього стану рівноваги; обчислення константи рівноваги при певній температурі за відомим значенням константи рівноваги при іншій температурі та за тепловим ефектом реакції; розрахунку хімічної спорідненості реакції за відомими константою рівноваги та парціальними тисками речовин на момент змішування реакційної суміші; визначення константи рівноваги та стандартної хімічної спорідненості за відомими рівноважними концентраціями усіх учасників реакції або ж табличними значеннями ентальпій утворення та абсолютних ентропій з використанням першого наближення Уліха.

Складено 150 завдань трьох рівнів складності, по 50 в кожному рівні та знайдено відповіді до них. При створенні тестових завдань використано посібники та підручники з фізичної хімії [7–10].

Створені тести попередньо набрано в тестовому редакторі MS Word. Завдання адаптували для комп'ютерного тестування. Тестова комп'ютерна програма написана на мові PHP (Hypertext Preprocessor), яка є досить зручною для написання серверно-орієнтованих програм. Використання системи

“сервер–клієнт” дає можливість одночасно тестувати велику кількість респондентів та збирати статистику тестування [4].

Тести конвертували з формату Word у формат комп’ютерної тестової бази даних [5; 6]. Після конвертування тестових завдань і відповідей відлагоджується комп’ютерна система тестування. Сеанс тестування може проводитися на будь-якому комп’ютері, увімкненому в мережу університету із встановленим інтернет-браузером. Меню тестування розміщене на персональному комп’ютері доцента С. В. Супруновича за адресою <http://194.44.187.135/PHYSICAL/tests/index.htm>, де вибирається розділ для тестування з фізичної хімії. Після вибору розділу відкривається веб-форма, на якій подано умови шести завдань, поля для вводу відповідей, кнопка “Ввести” для проведення перевірки завдань, посилання на довідник фізико-хімічних величин та калькулятор, які відкриваються в окремих вікнах. У веб-формі є список прізвищ студентів, які мають тестуватися. Кожен тестований вибирав зі списку своє прізвище. На сеанс тестування відводилося 35 хв. За цей час студент повинен був виконати тестування та ввести відповіді.

Зразок комп’ютерного тесту з розділу “Хімічна рівновага” має такий вигляд:

Впишіть правильні відповіді

Виберіть із списку своє ім’я

Блашко Назарій Миколайович

Натисніть кнопку “Ввести”

При потребі використовуйте Довідник, Калькулятор, MS Excel

1. Якщо $\Delta H_g^0 < 0$, то збільшення температури:

- 1) приводить до зменшення константи хімічної рівноваги;
- 2) приводить до зростання константи хімічної рівноваги;
- 3) не впливає на значення константи хімічної рівноваги.

Відповідь:

2. Якщо $\Delta v > 0$, то з підвищенням тиску константа рівноваги K_p (K_c):

- 1) зростатиме;
- 2) зменшуватиметься;
- 3) не буде змінюватися.

Відповідь:

3. Рівновага процесу синтезу амоніаку $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ встановилася, коли концентрації азоту, водню та амоніаку становили відповідно 2,5; 2 та 4 моль/л. Знайти константу рівноваги процесу K_c .

Відповідь:

4. За деякої температури концентрації речовин в реакції $2A_{(г)} + B_{(г)} \rightleftharpoons 2C_{(г)}$ становили відповідно 0,04; 0,05 та 0,02 моль/л. Знайти константу рівноваги.

Відповідь:

5. Знайти ступінь термічної дисоціації HI (у %, з точністю до цілих) за деякої температури, якщо константа рівноваги процесу за цієї температури становить 0,75.

Відповідь:

6. Вихідні концентрації чадного газу та водяної пари в реакції $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$ дорівнюють відповідно 1 та 0,8 моль/л, а рівноважна концентрація карбон діоксиду становить 0,3 моль/л. Знайти константу рівноваги процесу K_c (з точністю до сотих).

Відповідь:

Ввести

Після натиснення кнопки “Ввести” з’являється вікно з результатами тестування – умови заданих задач, набрані відповіді, повідомлення про правильність розв’язку та загальна оцінка. Якщо завдання першого рівня оцінити в 0,5 бала, другого рівня в 1 бал, а третього в 1,5 бала, то максимальна оцінка буде 3 бали. Результат тестування інформує, які відповіді є правильні, а які – ні,

а також показує час, затрачений студентом на тестування. Приклад результату тестування окремого студента:

Результати тестування

Студент: Блашко Назарій Миколайович. Час тестування: 8 хв 40 с

1. Якщо $\Delta H_g^0 < 0$, то збільшення температури:

- 1) приводить до зменшення константи хімічної рівноваги;
- 2) приводить до зростання константи хімічної рівноваги;
- 3) не впливає на значення константи хімічної рівноваги.

Відповідь: 1

Правильно!

2. Якщо $\Delta v > 0$, то з підвищенням тиску константа рівноваги K_p (K_c):

- 1) зростатиме;
- 2) зменшуватиметься;
- 3) не буде змінюватися.

Відповідь: 3

Правильно!

3. Рівновага процесу синтезу амоніаку $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ встановилася, коли концентрації азоту, водню та амоніаку становили відповідно 2,5; 2 та 4 моль/л. Знайти константу рівноваги процесу K_c .

Відповідь: 0,8

Правильно!

4. За деякої температури концентрації речовин в реакції $2A_{(г)} + B_{(г)} \rightleftharpoons 2C_{(г)}$ становили відповідно 0,04; 0,05 та 0,02 моль/л. Знайти константу рівноваги.

Відповідь: 5

Правильно!

5. Знайти ступінь термічної дисоціації HI (у %, з точністю до цілих) за деякої температури, якщо константа рівноваги процесу за цієї температури становить 0,75.

Відповідь: 63

Правильно!

6. Вихідні концентрації чадного газу та водяної пари в реакції $CO + H_2O \rightleftharpoons CO_2 + H_2$ дорівнюють відповідно 1 та 0,8 моль/л, а рівноважна концентрація карбон діоксиду становить 0,3 моль/л. Знайти константу рівноваги процесу K_c (з точністю до сотих).

Відповідь: 0,26

Правильно!

Оцінка: 3

Результати тестування записуються в файл статистики, що розміщений на сервері. Оскільки вся інформація стосовно тестів (завдання і відповіді) є на сервері, а тестований одержує тільки вибрані завдання, то значно зменшується небезпека розшифрування відповідей (коли опитуваний шляхом використання певних комп'ютерних програм знаходить ключ до тесту).

Статистика за тестами використовується не тільки для аналізу успішності студентів, але й для аналізу самих тестів, їх рівня складності. Звичайно студенти повинні легше розв'язувати простіші завдання, ніж складніші. Тому відсоток правильних відповідей повинен зменшуватися зі зростанням складності завдання.

Кожне тестування з указуванням дати, часу, прізвища студента, кількості балів, тривалості тестування, числа спроб, номера завдання в базі даних, числової відповіді та оцінки за окреме завдання заноситься в окремий протокол. Це дає змогу викладачам проводити аналіз успішності студентів та якості складених тестів дуже різнобічно. З'являється можливість вибрати кількість студентів, які повністю або частково правильно відповіли на всі завдання одного рівня чи всіх рівнів складності, встановити загальне число правильних відповідей та обчислити середній бал студента тощо.

Усього у випробуваннях взяли участь 43 студенти другого курсу хімічного факультету. Приклад протоколу, де записуються результати тестування всіх респондентів, наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати тестування з фізичної хімії. Розділ 4. Хімічна рівновага

Дата Час	Прізвище	Кількість балів	Час тестування	Спроби	Рівень	Задача/Відповідь/Оцінка
21.05.09 15:21:28	Лищук Оксана Михайлівна	3,00	6:7	1/0	1	2/1/0,25 6/4/0,25
					2	57/0,16/0,5 72/3,3/0,5
					3	104/8,33/0,75 108/8,4/0,75
21.05.09 15:48:09	Хімін Катерина Миколаївна	2,25	15:49	1/0	1	1/2/0,25 49/3/0,25
					2	56/0,192/0,5 92/7,2/0,5
					3	125/24/0,75 146/69/0,75
26.05.09 10:50:04	Романюк Наталія Петрівна	1,75	31:45	1/0	1	11/2/0,25 33/1/0,25
					2	72/3,3/0,5 79/0,441/0
					3	143/0,6/0 145/29/0,75
26.05.09 11:17:07	Солтан Леся Олегівна	1,50	29:15	1/1	1	2/1/0,25 21/2/0,25
					2	65/0,8/0,5 82/6,4/0,5
					3	107/46/0 145/15/0

У табл. 2 та на діаграмі (рис. 1) наведено результати тестування студентів з розділу фізичної хімії “Хімічна рівновага”, які показують кількість студентів, які повністю (дали відповідь на два питання), частково (відповіли на одне з двох питань) або зовсім не впоралися із завданнями, а також загальну кількість виконаних завдань за окремими рівнями складності.

Таблиця 2

Результати тестування студентів

Рівень складності	Кількість студентів, що виконали завдання			Усього правильних відповідей	Усього відповідей	Відсоток правильних відповідей, %
	повністю	частково	не виконали			
I	39	3	1	81	86	94
II	25	14	4	64	86	74
III	14	15	14	43	86	50

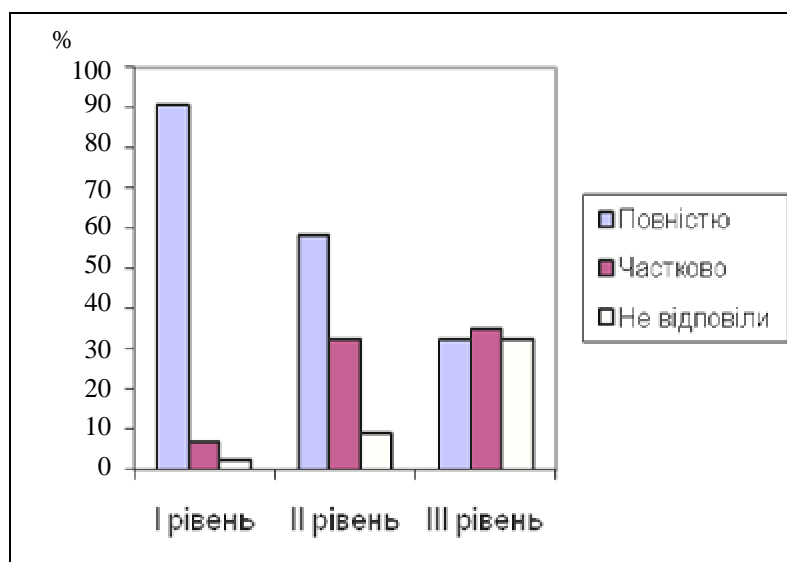


Рис. 1. Діаграма успішності студентів при складанні комп'ютерних тестів. Відповіді студентів на тестові завдання (ордината – відсоток від загальної кількості студентів)

Число студентів, які повністю виконали завдання першого рівня становить 91 %, другого – 58 %, а третього – 33 % усіх студентів. Спостерігається зменшення числа респондентів з підвищенням рівня складності завдань. Частково виконали завдання: 7; 33; 35 % усіх студентів у міру зростання

відповідного рівня складності. Для цієї групи спостерігається збільшення числа респондентів зі збільшенням рівня складності. Тих, хто зовсім не впорався із завданнями першого рівня, є 2 %, другого – 9 % і третього – 33 %. Для цієї групи теж спостерігається збільшення числа респондентів зі збільшенням рівня складності.

Виявлено, що правильних відповідей на завдання першого рівня є 81, другого – 64, а третього – 43. Оскільки кожне окреме завдання першого рівня оцінюється в 0,25, другого – 0,5, а третього – в 0,75 бала, то можна обчислити середній бал студента. Він виявився рівним 1,97.

Зібрані результати тестування можуть бути проаналізовані щодо профілю знань [1]. Профіль знань показує структуру знань студента, а також може виявити якість підготовки тестів. Чим більше правильних відповідей, тим вищий індивідуальний тестовий бал респондентів. Звичайно цей тестовий бал асоціюється з поняттям “рівень знань” і проходить процедуру уточнення на основі тієї чи іншої моделі педагогічного виміру. Той самий рівень знань може бути отриманий за рахунок відповідей на різні завдання. Наприклад, у тесті студент одержав 1,5 бала з трьох можливих. Ці бали отримані швидше за все за рахунок правильних відповідей на завдання першого та другого рівнів складності, ніж на завдання третього рівня. Якщо записати результати тестування окремого студента у вигляді чисел, що характеризують кількість правильних відповідей на певному рівні, то це буде показувати профіль знань студента. Якщо числа йдуть у порядку зменшення, то це говорить про правильний профіль знань, якщо навпаки – то неправильний.

Профіль знань студента при тестуванні з розділу “Хімічна рівновага” можна подати у вигляді трьох цифр. Наприклад:

- 210 – дано дві правильні відповіді на завдання першого рівня, одна правильна відповідь на завдання другого рівня та неправильні відповіді на завдання третього рівня;
- 021 – на перший рівень не дано правильних відповідей, дві правильні відповіді на завдання другого рівня та одна правильна відповідь на завдання третього рівня.

При використаному форматі тестування (три рівня по два завдання в кожному) теоретично може реалізуватися 27 різних профілів знань (0, 1 чи 2 правильних відповіді на рівень, усього $3^3 = 27$).

Виділимо такі категорії профілів знань:

- правильний. Студент відповідає на всі завдання зі збільшенням складності. Спочатку 2, потім 1, потім 0 правильних відповідей на рівень, без правильних відповідей на питання вищого рівня.
- неправильний. Студент відповідає на всі завдання зі зменшенням складності. Спочатку 0, потім 1, потім 2 правильних відповідей на рівень, без правильних відповідей на питання нижчого рівня.
- проміжний. Решта випадків.

Аналіз усіх профілів знань наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Профілі знань студентів

№ профілю	Кількість правильних відповідей			Тип профілю	Кількість студентів
	I рівень	II рівень	III рівень		
1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	правильний	
2	0	0	1	неправильний	
3	0	0	2	неправильний	
4	0	1	0	проміжний	
5	0	1	1	неправильний	
6	0	1	2	неправильний	
7	0	2	0	проміжний	
8	0	2	1	проміжний	1
9	0	2	2	неправильний	
10	1	0	0	правильний	
11	1	0	1	проміжний	

1	2	3	4	5	6
12	1	0	2	проміжний	
13	1	1	0	проміжний	1
14	1	1	1	проміжний	
15	1	1	2	проміжний	
16	1	2	0	проміжний	
17	1	2	1	проміжний	2
18	1	2	2	неправильний	
19	2	0	0	правильний	2
20	2	0	1	проміжний	2
21	2	0	2	проміжний	
22	2	1	0	правильний	4
23	2	1	1	проміжний	6
24	2	1	2	проміжний	3
25	2	2	0	правильний	7
26	2	2	1	правильний	4
27	2	2	2	правильний	11

Отже, правильний профіль знань мають 28 студентів; проміжний – 15; жоден студент не показав неправильного профілю знань.

Одержані результати свідчать про правильну організацію тестових завдань [1]. Зі збільшенням рівня тестів збільшується їх складність. З іншого боку, ці результати говорять про структуру знань студентів. Можна сказати, що всі студенти готувалися до тестування, у частини студентів матеріал не засвоєний повноцінно. Відсутність неправильних профілів може свідчити про відсутність неординарних особистостей або тих, що використовують тільки залишкові знання, здобуті раніше, наприклад, при вивченні неорганічної хімії.

Висновки й перспективи подальших досліджень. Складено 150 тестових завдань трьох рівнів складності. Підготовлені розв'язки запропонованих завдань. Тестові завдання адаптовано для комп'ютерного тестування. Проведено аналіз комп'ютерного тестування студентів. Результати тестування підтверджують придатність тестових завдань для тестування студентів спеціальності "хімія" з розділу фізичної хімії "Хімічна рівновага". Подальші дослідження стосуватимуться аналізу тестування з цього ж розділу після розширення числа респондентів та збільшення бази даних, а також аналізу результатів комп'ютерного тестування з інших розділів фізичної хімії.

Література

1. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий : учеб. пособ. [для преподавателей вузов, техникумов и училищ, учителей школ, гимназий и лицеев] / В. С. Аванесов. – М. : Адепт, 1998. – 216 с.
2. Захарова И. Г. Информационные технологии в образовании : учеб. пособ. [для студ. высш. учеб. заведений] / И. Г. Захарова. – М. : Академия, 2003. – 192 с.
3. Тестові завдання з фізичної хімії для студентів хімічного та біологічного факультетів / О. М. Янчук, О. М. Юрченко, А. П. Вакулович [та ін.]. – Луцьк : РВВ "Вежа" Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2001. – 44 с.
4. Супрунович С. В. Реалізація мовою РНР тестування з фізичної хімії / С. В. Супрунович, О. М. Янчук // Комп'ютерні технології навчального призначення з хімії : Міжнар. наук.-практ. конф., 11–13 жовт. 2005 р. – Донецьк : ДонНУ, 2005. – С. 22.
5. Супрунович С. В. Комп'ютерне тестування в курсі фізичної хімії / С. В. Супрунович, О. М. Янчук // Хімічна освіта в контексті Болонського процесу : стан і перспективи : матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ, 18–19 трав. 2006 р.) / за заг. ред. В. П. Покася, В. С. Толмачової. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006. – С. 89–91.
6. Янчук О. М. Тести з розділу "Фазові рівноваги" в курсі "Фізична хімія" / О. М. Янчук, С. В. Супрунович, О. В. Марчук // Сучасні проблеми фізичної хімії : матеріали III Міжнар. конф. (Донецьк, 30 серп. – 2 верес. 2007 р.). – Донецьк : ДонНУ, 2007. – С. 185–186.

7. Ковальчук Є. П. Фізична хімія : підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / Є. П. Ковальчук, О. В. Решетняк. – Л. : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – С. 179–196.
8. Физическая химия. В 2 кн. Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика : учеб. [для студ. высш. учеб. заведений] / К. С. Краснов, Н. К. Воробьев, И. Н. Годнев [и др.] ; под ред. К. С. Краснова. – 3-е изд., испр. – М. : Высш. шк., 2001. – С. 265–319.
9. Кудряшов И. В. Сборник примеров и задач по физической химии : учеб. пособ. [для хим.-технол. спец. вузов] / И. В. Кудряшов, Г. С. Каретников. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1991. – С. 258–290.
10. Марчук О. В. Фізична хімія. Збірник задач : посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. В. Марчук, О. М. Янчук. – Луцьк : РВВ “Вежа” Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2006. – С. 150–182.

Адреса для листування:

43001, Луцьк, вул. Новочерчицька, 26/4.

Тел. 4-84-27.

Ел. адреси: yanchuk@univer.lutsk.ua; ssv@univer.lutsk.ua; marchuk@univer.lutsk.ua

Статтю подано до редколегії

25.12.2009 р.