

practical means of implementing ICT in the educational process at different stages, which contributes to diversification of subject activity of students, allows for versatile self-identity of the child, increases motivation in obtaining quality education.

**Key words:** education, information and telecommunications technology, educational competence, professional activity, comprehensive institution, student, creativity, personality, informatization of education, competence approach.

Отримано: 16.09.2016

УДК 53:004:373.51

М. О. М'ястковська, І. М. Пшембаєв

Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
e-mail: marinenka@mail.ru, fmbfiz13.pshembayev@kpnpu.edu.ua

## ВИКОРИСТАННЯ PHET-СИМУЛЯЦІЙ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ДОМАШНІХ ЗАВДАНЬ З МОЛЕКУЛЯРНОЇ ФІЗИКИ

У статті досліджується використання Phet-симуляцій для виконання домашніх завдань з молекулярної фізики. Запропоновано шляхи використання Phet-симуляцій щодо організації самостійної роботи учнів з фізики та наведено деякі приклади використання Phet-симуляцій для самостійної підготовки до занять з фізики. Зазначено, що вдосконалення способів самостійної роботи полягає в підвищенні якості знань учнів, розвитку вміння самостійно здобувати і поглиблювати свої знання. Така організація самостійної роботи з фізики має дуже великий позитивний вплив на засвоєння матеріалу, сприяє розвитку творчої діяльності, індивідуальних якостей учня, а використання Інтернет-технологій підвищує пізнавально-пошуковий інтерес. Автори засвідчують, що варто більше використовувати phet-симуляції для виконання домашніх завдань з молекулярної фізики. Такий вид самостійної роботи учнів повинен бути логічним доповненням аудиторних занять. А це вимагає удосконалення самого процесу організації як аудиторної, так і самостійної роботи.

**Ключові слова:** симуляції, Phet-симуляції, Інтернет, молекулярна фізика, самостійна робота, домашні завдання, експеримент.

Традиційне навчання у наш час зазнає істотних змін на всіх стадіях навчального процесу: підготовка навчальних курсів, проведення аудиторних занять, виконання домашніх завдань тощо. Вдосконалення способів самостійної роботи полягає в підвищенні якості знань учнів, розвитку вміння самостійно здобувати і поглиблювати свої знання, у пошуку раціональних шляхів вирішення поставленої задачі. Будь-яка навчальна діяльність учня неможлива без його пізнавальної активності та внутрішньої мотивації [3]. У значній мірі зміни у підходах до навчання та викладання спричинені новітніми інформаційними технологіями, новими джерелами інформації.

Аналіз досліджень з даної теми засвідчує, що проблему підвищення ефективності застосування інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі розглядали у своїх працях М. Жалдак, Ю. Жук, С. Величко, І. Войтович, С. Гайдук, В. Сергієнко та ін. Проблему підвищення ефективності самостійної роботи учнів та студентів з використанням Інтернет-технологій розглядали І. Войтович, М. М'ястковська, В. Сергієнко, О. Слободяник та ін. Можна зазначити, що питання використання Інтернет-технологій для домашнього експерименту учнів як продовження та доповнення аудиторного практичного заняття чи лабораторного експерименту (що особливо корисним і доцільним видається у процесі підготовки майбутнього вчителя фізики), є актуальним через постійні зміни інформаційних технологій.

Використання Інтернет-симуляцій учнями для виконання домашніх завдань з фізики сприяє отриманню бажаного рівня знань, що визначає тему статті.

Одним з найбільш перспективних напрямів використання інформаційних технологій у фізичній освіті є комп'ютерне моделювання фізичних явищ і процесів. Надзвичайно зручно використовувати комп'ютерні моделі в якості демонстрацій при поясненні нового матеріалу або при розв'язанні завдань. В іншому випадку вчитель може запропонувати учням самостійно попрацювати з моделями в комп'ютерному класі або в домашніх умовах, що іноді буває більш реально.

Основні принципи застосування комп'ютерних моделей на заняттях з фізики можуть бути такі:

- 1) модель певного фізичного явища необхідно використовувати лише в тому випадку, коли немає змоги провести експеримент або коли явище проходить дуже швидко й за ним не можливо прослідкувати детально;
- 2) комп'ютерна модель повинна допомагати розібратися в деталях явища, що досліджується, або відігравати роль ілюстрації умови задачі, що пропонується для розв'язку;
- 3) у результаті роботи з моделлю учні повинні виявити як якісні, так і кількісні залежності між величинами, що характеризують дане явище;

- 4) під час роботи з моделлю необхідно пропонувати учням завдання.

Значення віртуального фізичного експерименту особливо зростає там, де мають справу з явищами, які не спостерігаються в повсякденному житті, або ж із явищами, спостереження яких пов'язані із значними труднощами [1]. Значну частину таких процесів вивчає молекулярна фізика, а тому постає реальна потреба створення програмного забезпечення, здатного спростити та покращити процес вивчення окремих питань даного розділу фізики. Розширити демонстраційну та експериментальну базу можуть модельні експерименти на комп'ютері. Ресурси сучасних комп'ютерних систем у цілому достатні для проведення якісного модельного експерименту з екранною візуалізацією процесів.

Сучасне програмне забезпечення для ілюстрації фізичних процесів представлене демонстраційними і моделюючими програмами. Демонстраційні програми суттєво відрізняються від моделюючих. Окремі логічно закінчені фрагменти навчального матеріалу в демонстраційних програмах, як правило, складаються з мультимедійних кліпів, з'єднаних між собою через спільне меню. Негативні й позитивні якості таких програм пов'язані саме з цією специфікою. Виклад теми не може бути змінено за обсягом чи порядком, однак його можна призупинити, повертати назад, прокручувати повторно.

Візуальна складова цих мультимедійних навчальних систем дозволяє побачити розвиток процесу, але втручатися в його проходження немає можливості.

Із завданням створити віртуальне середовище, де б ми могли спостерігати за фізичними процесами впоралась науковці Колорадського університету створивши, PhET Interactive Simulations.

Інтерактивний сайт «Інтерактивні симуляції» PhET (Physics Education Technology) використовується для віртуального моделювання у процесі вивчення природничих наук. Проект «PhET» спочатку слугував для вивчення «Освітніх технологій з фізики», але незабаром його було розширено іншими дисциплінами. На сайті міститься понад 200 різного рівня моделювань з фізики, хімії, біології, математики та інших природничих наук.

Багато досліджень продемонстрували ефективність PhET-симуляцій для концептуального навчання в різних контекстах [4].

Характерною особливістю сайту є активно працююча міжнародна мережева спільнота науковців і вчителів-практиків, яка разом розробляє, впроваджує й оцінює різноманітні моделі. На сайті розміщені загальні методичні настанови і методичні рекомендації щодо використання кожної моделі. Всі PhET-моделі знаходяться у вільному доступі на веб-сайті PhET і прості у використанні. Вони можуть бути завантажені

і використані за допомогою стандартного веб-браузера. Сайт перекладено на 75 мов світу. Наприклад, китайською перекладено 119 моделей, українською – 50. До перекладу залучаються педагоги-волонтери з усього світу. Сайт є безкоштовним для використання і найпопулярнішим серед подібних сайтів, про що свідчить понад 170 тис. гіперпосилань на нього з інших сайтів і наукових статей щодо вивчення природничих дисциплін [4]. Сайт PhET, з моделювання «оживляє» за допомогою мультиплікації і графіки те, що невидиме для очей, і надає змогу інтуїтивно керувати процесами, використовуючи такі дії, як «натиснути і перетягнути», а також за допомогою різноманітних повзунків і перемикачів. З метою подальшого стимулювання кількісних досліджень, що можуть бути пророблені учнями, моделювання також пропонує вимірювальні прилади, наприклад, лінійки, годинники, вольтметри, амперметри, термометри тощо. Користувач, маніпулюючи цими інтерактивними інструментами, може одразу отримувати вимірювані величини так, що вони ефективно ілюструють причинно-наслідковий зв'язок [8]. Це також дозволяє спостерігати за декількома пов'язаними об'єктами і параметрами (відображається рух об'єктів, графіки процесів, числові значення показників тощо). Моделі мають унікальні особливості, які не доступні більшості засобів навчання (інтерактивні елементи, анімацію, динамічний зворотний зв'язок), вони дозволяють продуктивно досліджувати явища і процеси, недоступні для безпосереднього експериментування. Спостереження вчителів і результати досліджень доводять, що учні не навчаються краще, якщо вони дома просто граються з моделями. Більшість учнів не мають необхідних навичок і мотивації, щоб навчатися самостійно, граючись з моделями (їм цікаво, але це не є цікавим навчанням), якщо немає прямого стимулювання, такого, як створює вчитель у класі. Це одна з причин, чому вчені-методисти спільноти сайту PhET проводять спеціальні дослідження того, як ефективно інтегрувати симуляції в навчальний процес. Спостереження і дослідження доводять, що якщо учнів цілеспрямовано не навчати самостійно формулювати дослідницькі завдання, не ставити перед ними цілі й не вчити їх осмислено працювати з моделями, то зацікавленість фізичними моделями з часом швидко згасає.

На додаток до імітацій явищ, безпосередньо спостерігаються на реальному обладнанні або в природному світі, багато PhET-моделей виявляють експертні моделі невидимих явищ. Наприклад, моделювання «Властивості газу» показує мікроскопічну поведінку молекул в газі.

Демонструвати ці експертні моделі особливо корисно у складних темах, таких як молекулярна фізика, де є цілий набір моделей, для показу яких необхідно допомогти учням візуалізувати атоми, молекули, стани речовини та інші молекулярні явища, які учні не можуть спостерігати безпосередньо.

Деякі PhET-моделі, наприклад схема для демонстрації властивостей газу, є надзвичайно відкритого складу, і може бути використаною для вивчення цілого розділу науки. Інші симулятори є більш цілеспрямованими на адресу одного конкретного фізичного явища або концепції.

PhET-симуляції розроблені, щоб бути веселими і захоплюючими, з кумедними зображеннями і нерозумними функціями, включаючи можливість додавати собаку, руку, вогненну собаку, яка охолоджує рампу на рампі моделі, або лазер, що вибухає якщо додати занадто багато фотонів в лазерах моделі. Однак PhET-моделі включають не тільки кумедні особливості, а й ті симуляції, які насправді сприяють вивченню науки.

Домашній експеримент є одним із видів домашньої самостійної навчальної роботи, тому організація його виконання вимагає врахування загальних дидактичних вимог, що ставляться до домашніх завдань. Необхідність використання домашньої роботи учнів зумовлена тим, що вивчення програмного матеріалу не можна обмежити роботою в класі. Для повноцінного засвоєння матеріалу учні повинні опрацювати його у різних ситуаціях і поєднаннях, і за можливості не один, а кілька разів, розглядати його під новим кутом зору. Реалізувати цей етап вивчення фізики допоможуть Інтернет-ресурси, зокрема PhET-симуляції.

Організація виконання учнями домашнього експерименту забезпечує сприятливі умови для диференційованого

підходу до навчання. Об'єктивна необхідність диференційованого підходу зумовлена анатомо-фізіологічними і психічними особливостями учнів, які впливають на відношення учнів до вивчення фізики, на здатність успішно проводити фізичний експеримент або розв'язувати задачі, на швидкість і міцність запам'ятовування конкретного матеріалу, вміння логічно розмірковувати тощо. Диференціація домашніх експериментальних завдань забезпечує індивідуалізацію навчання, створює оптимальні умови для виявлення та розвитку інтересів і здібностей кожного учня.

Після проведення домашніх робіт з використанням інтерактивних моделей відзначається більша зацікавленість учнів у поясненні результатів роботи і висновках, які вони зробили.

Проведення домашніх робіт з використанням інтерактивних комп'ютерних моделей може допомогти вчителю поступово формувати в учня дослідницькі вміння і пізнавальні інтереси. Але використання інтерактивних моделей не може замінити проведення учнями дослідів й експериментів з реальними об'єктами і приладами, навіть, якщо у шкільній лабораторії відсутні потрібні для виконання лабораторної роботи матеріали і прилади. Моделі лише можуть відігравати допоміжну роль, формуючи в учня нові навички, збуджуючи їх інтерес до експериментування, побудови власних гіпотез і їх перевірки, уміння і бажання експериментувати і досліджувати, ставити дослідницькі завдання з постійними і змінними параметрами.

Користуючись засобами мультимедіа ми маємо можливість розглянути і уявний експеримент, який займає важливе місце при вивченні фізики і служить для розуміння реальних об'єктів пізнання природи. Як приклад, розглянемо розділ «Молекулярна фізика». Для розгляду взятий даний розділ тому, що він є важливим як з теоретичної так і з практичної сторони вивчення та застосування його майбутніми учителями фізики, хімії і біології у свої фаховій діяльності.

PhET Interactive Simulations включає практику на основі досліджень щодо ефективного викладання матеріалу для підвищення вивчення фізичних понять. Моделі призначені, для використання в якості лекційних демонстрацій, на лабораторній або у домашній роботі. Вони використовують інтуїтивне, ігрове середовище, де учні можуть вчитися, як дослідники в галузі освіти у спрощеному середовищі, де можливо зробити невидиме видимим, і де наукові ідеї пов'язані з реальними явищами.

Таким чином, для успішного використання домашнього експерименту під час навчання фізики необхідно, щоб домашні експериментальні завдання були органічним продовженням та доповненням аудиторних практичних і лабораторних занять, враховували диференційований підхід до навчання, передбачали використання знань на практиці та в умовах, наближених до життєвих та з використанням новітніх інформаційно-комунікаційних технологій [2].

Симуляції допомагають учням зосередити свою увагу на сутності явищ і процесів, краще уявляти їх та розуміти. Причому розуміння учнями фізичних процесів значно підвищується, якщо перед демонстраційним експериментом і після нього (реального і комп'ютерного моделювання) учням надаються конкретні завдання для перегляду на моделі і можливість обговорити їх виконання та результати з однолітками.

Учні повинні мати доступ до інтерактивних моделей не тільки в школі, але й вдома при підготовці домашніх завдань.

Важливі не тільки самі запитання, а й послідовність, в якій вони будуть опрацьовуватися учнями. При цьому слід зауважити, що інструкції, надані учням щодо роботи з моделями мають бути такими, щоб супровід навчання був оптимальним для даного віку і навчальних потреб учнів.

Для роботи з інтерактивними комп'ютерними моделями необхідно виконати наступні етапи:

1 етап. Перед демонстрацією інтерактивних комп'ютерних моделювань потрібно, щоб учні дали відповіді на запитання щодо прогнозування того, що має відбутися, якщо вони будуть змінювати деякі параметри віртуальних дослідів.

2 етап. Концептуальні запитання і відповіді на них обговорюються перед тим, як учні ознайомлюються з моделю-

ванням. Учні записують свої попередні відповіді, щоб потім порівняти їх з результатами експерименту.

3 етап. Учні ознайомлюються з комп'ютерними моделями, відзначаючи змінні і сталі параметри, умови змін величин та їх характеристик.

4 етап. Проведення експерименту здійснюється учнями. Записують відповіді на концептуальні запитання.

5 етап. Учні записують свої висновки щодо припущень і результатів експерименту.

6 етап. На спільній учнівській дискусії обговорюються висновки (це може бути як усно при зустрічі, так і онлайн).

Але обов'язково вчитель повинен контролювати цю дискусію, а рівень втручання вчителя має відповідати вмінню учнів вести такі обговорення.

Розглянемо визначення властивостей газу при ізопроцесах за допомогою PhET-симуляцій.

Дано порожній контейнер, у який ми будемо закачувати газ за допомогою насоса. Ми можемо обирати який газ подавати: легкий (Light Species) та важкий (Heavy Species). У контейнері встановлений термометр та барометр. У меню функцій Constant Parameter ми можемо обирати який ізопроцес застосуємо: ізобарний (Pressure = const), ізохорний (Volume = const) або ізотермічний (Temperature = const). Будемо вивчати властивості газу у вакуумі (Gravity = 0).

Для демонстрації властивостей газу скористаємося PhET-симуляцією Gas Properties (Властивості газу) (рис. 1).

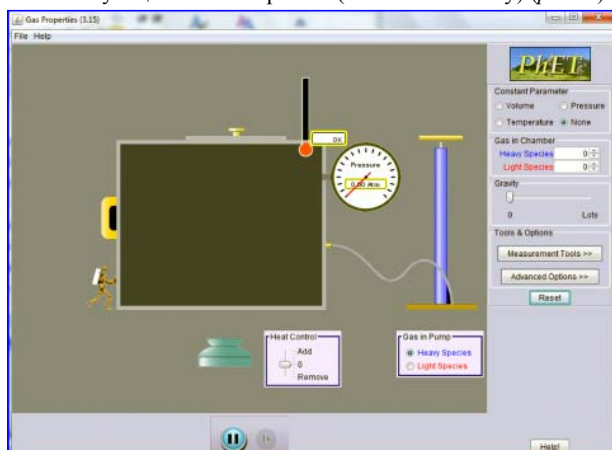


Рис. 1. Вигляд симуляції Gas Properties

Перший процес, який ми розглянемо буде ізобарний (Pressure = const). При ізобаричному процесі об'єм газу прямо пропорційний температурі. За допомогою Tools & Options – Measurement Tools – Energy Histograms ми зможемо спостерігати зміну швидкості та кінетичної енергії частинок. Закачаємо 100 частинок важкого газу і 50 частинок легкого, при сталому тиску 1,5 Atm. (рис. 2).



Рис. 2. Залежність зміни об'єму від температури

Підіграємо контейнер. При цьому можна спостерігати, що об'єм контейнера збільшується і, відповідно, змінюється як швидкість, так і кінетична енергія частинок газу. При тривалому експерименті спостерігається зменшення кількості частинок як важкого, так і легкого газу через швидке зростання їх кінетичної енергії (рис. 3).

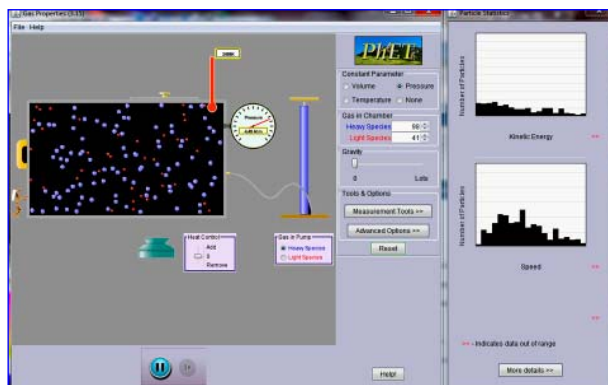


Рис. 3. Залежність кількості частинок газу від їх кінетичної енергії

З цього експерименту можна зробити висновок, що для даної маси газу відношення об'єму і температури є сталим, якщо тиск газу не змінюється.

У другому експерименті будемо використовувати ізохорний процес ( $V = \text{const}$ ). Аналогічно закачаємо 100 частинок важкого газу і 50 легкого.

При охолодженні контейнера, спостерігається: зменшення швидкості частинок; зменшення кінетичної енергії частинок; що при зменшенні температури зменшується тиск.

Висновок: при ізохорному процесі,  $V = \text{const}$ , величина пропорційності тиску до температури є сталою величиною.

Під час третього експерименту будемо вивчати ізотермічний процес ( $T = \text{const}$ ). Знову ж таки закачаємо 100 частинок важкого і 50 легкого газу (рис. 4).

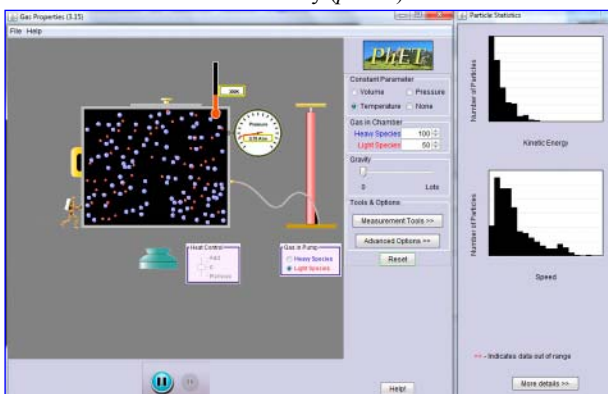


Рис. 4. Контейнер заповнений частинками газу при ізотермічному процесі

При ізотермічному процесі ми не можемо збільшити чи зменшити температуру, але можемо змінити об'єм контейнера. У даному випадку ми його зменшимо. При різкому зменшенні ми бачимо і зміну температури (рис. 5), але система дуже швидко приходить до стабільної температури і ми можемо спостерігати те, що при зменшенні об'єму зростає тиск (рис. 6).

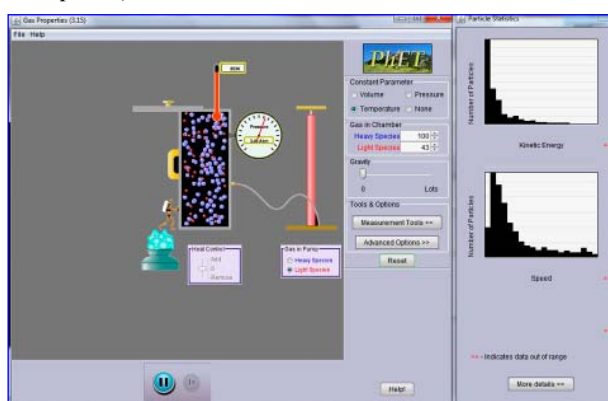


Рис. 5. Зростання температури при ізотермічному процесі під час різкого зменшення об'єму

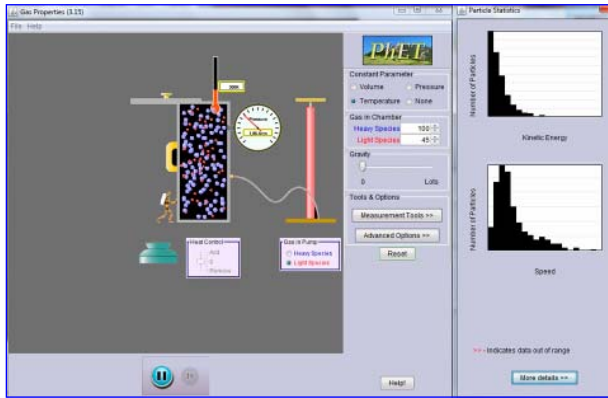


Рис. 6. Залежність зміни тиску від температури

З цього експерименту можна встановити закон Бойля-Маріотта, в якому встановлено, що для деякої маси газу добуток тиску газу на об'єм за незмінної температури є сталою величиною.

Загалом дана симуляція слугує чудовим зразком для демонстрації: взаємозалежності тиску, об'єму та температури; зміни поведінки частинок газу при ізопроцесах.

Отже, варто більше використовувати PhET-симуляції для виконання домашніх завдань з молекулярної фізики. Такий вид самостійної роботи учнів повинен бути логічним доповненням аудиторних занять. А це вимагає удосконалення самого процесу організації як аудиторної, так і самостійної роботи. Тому в даному напрямку є багато перспективних досліджень.

#### Список використаних джерел:

1. Василичук А.В. Поеднання фізичного й віртуального експерименту під час вивчення дифракції світла / А.В. Василичук // Фізика та астрономія в школі / А.В. Василичук. – Миколаїв : НПБ, 2005. – С.36-39.
2. Войтович І. Впровадження творчих експериментальних завдань у структуру шкільного фізичного експерименту / Ігор Войтович, Юрій Галатюк // Наукові записки. – Серія: педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ імені В. Винниченка. – 2004. – № 55. – С.191-195.
3. Доросевич С. О роли решения экспериментальных задач в активизации учебно-познавательной деятельности школьников / Сергей Доросевич // Научные записки. – Кіровоград : РВЦ КДПУ. – 2006. – Вып. 66. – С.56-61.
4. Інтерактивні моделювання // Веб-сайт Університету Колорадо [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://phet.colorado.edu/>.
5. М'ястковська М.О. Використання інформаційно-комунікаційних технологій для реалізації комп'ютерного експерименту з молекулярної фізики / М.О. М'ястковська // Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Огієнка. Фізико-математичні науки. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. – Вип. 8. – С.72-75.
6. М'ястковська М.О. Організація самостійної роботи студентів засобами інформаційно-комунікаційних технологій навчання / М.О. М'ястковська // Современные направления теоретических и прикладных исследований `2013 : сборник научных трудов Sworld по материалам международной научно-практической конференции. – Одесса : Куприенко, 2013. – Вып. 1. – Т. 21. – ЦИТ: 113-1162. – С.76-83.

7. Слободяник О.В. Виконання домашніх експериментальних завдань з використанням PhET-симуляцій / О.В. Слободяник // Наукові записки. – Кіровоград : РВВ КДПУ імені В. Винниченка, 2014. – С.165-168.
8. Слободяник О.В. Домашні експериментальні завдання як засіб активізації самостійної пізнавальної діяльності студентів / О.В. Слободяник // Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2011. – № 1. – С.108-113.

М. О. М'ястковская, И. М. Пшембаев

Каме́нец-Подольский национальный университет  
имени Ивана Огієнка

#### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ PHET-СИМУЛЯЦИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНИХ ЗАДАНИЙ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

В статье исследуется использование PhET-симуляций для выполнения домашних заданий по молекулярной физике. Предложены пути использования PhET-симуляций по организации самостоятельной работы учащихся по физике и приведены примеры использования PhET-симуляций для самостоятельной подготовки к занятиям по физике. Отмечено, что совершенствование способов самостоятельной работы заключается в повышении качества знаний учащихся, развития умения самостоятельно приобретать и углублять свои знания. Такая организация самостоятельной работы по физике имеет очень большое положительное влияние на усвоение материала, способствует развитию творческой деятельности, индивидуальных качеств ученика, а использование Интернет-технологий повышает познавательно-поисковый интерес. Авторы показывают, что стоит больше использовать PhET-симуляций для выполнения домашних заданий по молекулярной физике. Такой вид самостоятельной работы учащихся должен быть логичным дополнением аудиторных занятий. А это требует совершенствования самого процесса организации как аудиторной, так и самостоятельной работы.

**Ключевые слова:** симуляции, PhET-симуляции, Интернет, молекулярная физика, самостоятельная работа, домашние задания, эксперимент.

М. О. Myastkovska, I. M. Pshembaiev

Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University

#### USE PHET-SIMULATIONS FOR HOMEWORK IN MOLECULAR PHYSICS

The article examines the use PhET-simulations for homework in molecular physics. The ways of using PhET-on simulations of independent work of students in physics and are some examples of PhET-simulations for independent preparation for classes in physics. Indicated that improved methods of individual work is to improve the quality of students' knowledge, develop skills to gain and deepen their knowledge. Such an organization of independent work in physics has a large positive impact on learning, promotes creativity, individual student characteristics and the use of Internet technology improves cognitive-interest search. The authors show that more use should PhET-simulation for homework in molecular physics. This type of independent work of students should be a logical complement classroom. This requires improving the process of both classroom and independent work.

**Key words:** simulation, PhET-simulation, web, molecular physics, individual work, homework, experiment.

Отримано: 22.09.2016