

відповідаючи на запитання учителя, осмислюють, узагальнюють і систематизують матеріал, а учні з високим рівнем пізнавальної активності, працюючи самостійно, удосконалюють і поглиблюють свої знання.

На етапі закріплення, удосконалення знань диференційовано-груповою формою використовується після фронтальної або парної. Учням із середнім і низьким рівнями пізнавальної активності пропонують повторно відтворити матеріал, який вивчався з усім класом, а учням із високим рівнем – виконати вправи реконструктивно-варіативного типу.

Як показали наші дослідження [1] організація навчальної роботи учнів з урахуванням рівня розвитку пізнавальної активності сприяє їх інтелектуальному розвитку. При такій роботі всі відчувають моральне задоволення від виконаного завдання, що створює високий емоційний настрій, викликає в учнів радість за свої успіхи.

Конструюючи навчальний процес, необхідно створити сприятливі умови для прояву активності кожного учня, яка виражається у захисті своєї думки, умінні доводити, аргументувати відповідні твердження, з'ясувати незрозуміле, відстоювати свою точку зору, допомагати товаришам у складних ситуаціях, планувати свою роботу, домагатися поставлених цілей, у здатності до самоконтролю. Необхідною умовою активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів є вдосконалення різних форм позаурочної роботи як з добре встигаючими учнями, так і з тими, які відстають у навчанні. Дослідження М.Я.Ігнатенко [5] показали, що при постановці позакласної роботи з відстаючими учнями доцільно організувати їх в групи за характером прогалин у знаннях і уміннях, застосовуючи при цьому на додаткових заняттях різноманітні методи, прийоми і форми, які активізують пізнавальну діяльність, пробуджуючи пізнавальний інтерес у цієї категорії учнів.

Загальновідома роль гурткових і факультативних занять, тижнів фізики для розвитку стійкого інтересу до предмету у здібних учнів. У психології Л.С.Виготським встановлено, що навчання тільки тоді ефективне, коли йде попереду розвитку. Тоді воно спонукає до “життя” цілий ряд функцій, що знаходяться в стадії дозрівання і лежать в зоні найближчого розвитку учня. Спостереження за ходом розвитку дитини в шкільному віці вимагає від дитини більше, ніж вона може дати на сьогоднішній день, тобто дитина в школі здійснює діяльність, що примушує її підніматися вище самої себе [3].

Найголовнішим критерієм при доборі методів і прийомів навчання має бути міра їх впливу на розвиток пізнавальних здібностей, інтелекту, логічного мислення, ініціативи, творчості, на формування таких якостей особистості,

як воля й інтелектуальна витривалість, самосвідомість, саморегуляція тощо. Не можна не погодитися із думкою Г.І.Щукиної про те, що окремо взятий, ізольований від загальної системи навчання метод і прийом навчання не забезпечує досить продуктивної пізнавальної діяльності, яка вимагає комплексу методичних прийомів [8].

Зона найближчого розвитку, в якій можливе співробітництво вчителя з учнем, складається із двох зон: зони актуального навчання, в якій в кожний даний момент вчитель тільки і може реально надати допомогу тому чи іншому учневі, і зони творчої самостійності, в якій учень самостійно екстраполює засвоєні у співробітництві з вчителем знання і уміння. Розвиваюча ефективність навчання прямо пропорційна до площі створеної останнім зоною творчої самостійності і обернено-пропорційна до площі зони актуального навчання. А тому велика роль повинна надаватися таким формам роботи як учнівські конференції, тематичні діалоги, виступи з доповідями, виконання творчих завдань.

#### Список використаних джерел:

1. Андрієвський В., Корсун І., Мацюк В., Чотик В. Удосконалення методики проведення шкільного фізичного демонстраційного експерименту // Фізика та астрономія в школі. – №3. – 2005. – С.40-42.
2. Бабанський Ю.К. Методи обучения в современной общеобразовательной школе. – М.: Просвещение, 1985. – 208 с.
3. Выготский Л.С. Мышление и речь: Собр. соч. – М.: АПН РСФСР, 1982. – Т.2. – 486 с.
4. Головань М.С. Развитие познавательной активности учнів в процессе обучения алгебры и начал анализа на основе ИТ: Дис. канд. пед. наук. – К., 1997. – 211 с.
5. Ігнатенко М.Я. Методологічні та методичні основи активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів старших класів при вивченні математики: Дис. докт. пед. наук. – К., 1997. – 299 с.
6. Ісаєв В. Школа отуплює людей // Експрес. – №31(2297), 17-24 березня 2005 року. – С.1,3.
7. Шарко В.Д. Сучасний урок фізики: технологічний аспект: Посібник для вчителів і студентів. – К., 2005. – 220 с.
8. Щукина Г.И. Роль деятельности в учебном процессе. – М. Просвещение, 1986. – С.135.

In the article the problem of the use of methods and organizational forms of teaching in the process of activation of educational-cognitive activity of senior pupils is analysed. The presented classification of methods of teaching and offered organizational forms of teaching, that educational-cognitive activity of senior pupils is activated in the process of teaching of physics.

**Key words:** methods and receptions of teaching, educational-cognitive activity.

Отримано: 11.05.2006.

УДК 372.853:531.231

О.А. Марченко, Ю.П. Мінаєв

Запорізький національний університет

## ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ЗАСОБІВ ПІД ЧАС УВЕДЕННЯ ПОНЯТТЯ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ ТІЛА

У статті запропонована методика знайомства учнів старшої школи фізико-математичного профілю з поняттям моменту інерції тіла із застосуванням мультимедійних засобів.

**Ключові слова:** момент інерції тіла, мультимедійні засоби, поглиблений курс фізики.

Ідея написання даної статті виникла в результаті роботи над створенням технології вивчення теоретичного матеріалу з механіки, яка мала бути призначена для застосування у класах фізико-математичного профілю. Нагадаємо, що згідно з освітньою реформою учні матимуть можливість обирати певний профіль для навчання у старшій школі [1]. Це означає, що після трирічного, однакового для всіх курсу фізики в основній школі [2], наступні три роки школярі вивчатимуть курс фізики, що має відповідати обраному ними напрямку. Зрозуміло, що кожен з таких курсів фізики вимагає створення відповідного методичного забезпечення.

Як зазначалося вище, нас цікавитиме курс фізики у класах фізико-математичного профілю, а точніше – відповідь на запитання: як у таких класах має відбуватися зна-

йомство учнів з поняттям моменту інерції тіла? Але перш ніж пропонувати власний варіант відповіді на це запитання, коротко окреслимо наш загальний погляд на процес навчання у класах фізико-математичного профілю.

Поглиблений курс фізики призначається, у першу чергу, для тих учнів, які планують продовжити свою фізичну освіту у вищих навчальних закладах. Відповідно, процес навчання має бути організований таким чином, щоб готувати учнів до усвідомленого сприйняття університетського курсу фізики. Така підготовка неможлива без вирішення проблеми математичної підтримки фізики у середній школі [3]. Один із можливих варіантів забезпечення такої підтримки передбачає введення інтегративного курсу “Мехматика” [4], який учні проходять протягом пер-

шого року навчання у старшій школі за рахунок частини годин, що відводиться у типових навчальних планах на вивчення фізики і математики.

Зрозуміло, що здійснення навчання за програмою цього курсу потребує розробки спеціального методичного забезпечення. Особливо це стосується тем, що зазвичай не входять до шкільних підручників з фізики. Однієї з таких тем і присвячена дана стаття.

Наші попередні дослідження [5] показали, що найкраще засвоєння теоретичного матеріалу учнями фізикоматематичних класів відбувається, коли вони самостійно отримують висновки з вихідних положень фізичної теорії. Що стосується виведення певних формул, то за умови вирішення проблеми з математичною підтримкою курсу фізики, це можна організувати за допомогою спеціальних завдань. Але, як знов-таки свідчать проведені нами експерименти, виконання завдань на самостійне виведення формул має чергуватися з обговоренням отриманих результатів. Організувати на уроці роботу, у якій поєднується самостійне виконання учнями певних завдань та колективне обговорення, значно легше за можливості використання мультимедійних засобів.

Завдання даної статті ми вбачаємо у презентації нашої розробки, яка має допомогти учителям фізикоматематичних класів під час уведення поняття моменту інерції тіла та ознайомлення учнів з методами усного підрахунку моментів інерції тіл у деяких важливих випадках.

Ми пропонуємо використовувати серію слайдів з цієї теми з відповідним заздалегідь записаним звуковим супроводом. Ці слайди крім необхідних теоретичних відомостей містять також завдання для учнів. Оскільки у тексті статті ми можемо навести лише слайди (без звукового супроводу та мультимедійних роликів) зупинимося докладніше саме на них.

На першому слайді показано, як пов'язане виникнення поняття моменту інерції тіла із завданням обчислення кінетичної енергії тіла, що обертається навколо певної осі. І одразу учням пропонується відповісти на два запитання, одне з яких ("чому дорівнює момент інерції тонкостінного циліндра масою  $m$  і радіуса  $R$  відносно власної осі?") має перевірити, чи усвідомили вони формулу-означення моменту інерції. Наступні два слайди вимагають від учнів застосувати цю формулу, причому пояснення настільки докладні, що залишається лише усно виконати примітивне інтегрування.

Крім завдань на отримання певних формул на слайдах також присутні запитання, що вимагають від учнів дати назву тій чи іншій комбінації літер: "Що означає  $dm$ ?  $\frac{m}{l}$ ?"

" $\frac{m}{\pi R^2}$ ?" Останній випадок потребує доволі розгорнутої відповіді, наприклад: "Це поверхнева густина такої круглості пластины, яку можна отримати з даного циліндра шляхом перенесення диференціально малих мас циліндра в одну площину перпендикулярну його осі".

Зауважимо, що вчитель, виходячи з власних міркувань, завжди може поставити учням додаткові запитання або зробити відповідні коментарі та пояснення. Завдяки наявності звукового супроводу він може продемонструвати школярам, як необхідно реагувати на слова лектора, та як

запитання можна ставити самому собі для кращого розуміння теоретичного матеріалу. А завдання на слайдах допоможуть учням зрозуміти, що теоретичний матеріал не потрібно заучувати напам'ять, адже значну його частину вони можуть отримати самостійно.

На слайді 4, представлені завдання, які треба виконати самостійно і усно. Для цього учні мають усвідомити таку ідею: якщо диференціально малий елемент тіла перемістити, не змінюючи відстані до осі обертання, то момент інерції відносно неї не зміниться. Отож, (це викликає здивування навіть у багатьох студентів фізичного факультету!) момент інерції півкільця такий самий, як і момент інерції кільця; момент інерції сектора такий самий, як і момент інерції суцільного циліндра тощо. Зрозуміло, що тут порівнюються об'єкти, що мають однакові маси і радіуси, а не такі, що один є частиною іншого.

Ідею, про яку йшлося, можна пояснити учням за допомогою слів і відповідної жестикуляції. Але значно більший ефект буде мати серія невеличких мультимедійних роликів, у яких показано, як відбувається перенесення диференціально малих елементів тіла.

Наступні два слайди присвячені теоремі, яку ми умовно назвали "Корисна теорема", адже у навчальній літературі спеціальна назва для неї відсутня. Другий з цих слайдів (з доведенням теореми) з'явиться перед очима учнів тільки після того, як вони принаймні спробують довести її самостійно.

**КОРИСНА ТЕОРЕМА** 5

$I_x + I_y + I_z = 2\Theta$

моменти інерції відносно координатних осей

момент інерції відносно точки перетину координатних осей (фрагмента змісту не має, але допомагає у розрахунках)

$\Theta = \int_V (x^2 + y^2 + z^2) \cdot dm$

квадрат відстані до початку координат

Момент інерції тонкостінної сфери відносно осі, що проходить через центр

$I_x = I_y = I_z = I$  (симетрія)

$\Theta = mR^2$

використовуючи теорему

$I = ?$

Як довести теорему?

**ДОВЕДЕННЯ КОРИСНОЇ ТЕОРЕМИ** 6

$dI_x = (y^2 + z^2) \cdot dm$

$dI_y = (x^2 + z^2) \cdot dm$

$dI_z = (x^2 + y^2) \cdot dm$

$dI_x + dI_y + dI_z = 2(x^2 + y^2 + z^2) \cdot dm = 2d\Theta$

$I_x + I_y + I_z = 2\Theta$

Далі учням пропонується, знов-таки усно, знайти моменти інерції тіл з використанням зазначеної теореми.

**Використовуючи попередні результати, усно знайдіть моменти інерції тіл у наступних випадках:** 7

1. Кругла тонка пластина  $m, R$

2. Прямокутна тонка пластина  $m, a, b$

3. Чверть круглої тонкої пластини  $R$

Як для тонкої пластини довільної форми, що лежить у площині XY пов'язані:

а)  $I_x$  та  $\Theta$ ?

б)  $I_x, I_y$  та  $I_z$ ?

4. Половина тонкостінної сфери  $m, R$

Якщо таке завдання виявиться надто складним, то корисно спочатку відповісти на присутнє на слайді запитання: "Як для тонкої пластини довільної форми, що лежить у площині XY пов'язані: а)  $I_x$  та  $\Theta$ ; б)  $I_x, I_y$  та  $I_z$ ?". Відповіді на ці запитання ( $I_z = \Theta$ ,  $I_x + I_y = I_z$ ) дозволять учням знайти моменти інерції тіл у перших двох випадках.

Третій випадок (чверть круглої тонкої пластини) вимагатиме від школярів застосування ідею про перенесення диференціально малих мас тіла та дійти висновку, що момент інерції чверті пластини дорівнює моменту інерції круглої пластини з такими самими  $R$  та  $m$  (перший випадок). Цю ідею необхідно застосувати і для знаходження моменту інерції половини тонкостінної сфери (він дорівнює моменту інерції цілої сфери з такими самими масою і радіусом).

**Розрахуйте момент інерції однорідної кулі відносно осі, що проходить через її центр, заповнюючи пропуски** 8

Момент інерції кулі відносно осі  $I$  пов'язаний з моментом інерції відносно її центра ( $\Theta$ ) так:

$I = ? \cdot \Theta$

Для знаходження  $\Theta$  уявимо, що куля складається з концентричних тонких сферичних шарів. Маса шару радіуса  $r$  і товщини  $dr$  визначається так:

$dm = ? \cdot dr$

Отже,  $\Theta = \int ? \cdot dr = ?$  З урахуванням зв'язку між  $I$  та  $\Theta$  отримало:

$I = ?$

Слайд 8 пропонує учням майже самостійно знайти момент інерції однорідної кулі відносно осі, що проходить через її центр.

Як можна помітити, слайди сконструйовані таким чином, що ступінь самостійності школярів в оволодінні теоретичним матеріалом має поступово зростати.

Коли настане черга 9-го слайду, учні мають вже досить вільно застосовувати ідею про перенесення диференціально малих мас і завдання на знаходження моменту інерції половини однорідної кулі виконати досить швидко. Наступне завдання (про прямокутний паралелепіпед) дещо складніше. Спочатку необхідно зрозуміти, що момент інерції тіла не зміниться, якщо паралелепіпед "стиснути" у тонку прямокутну пластинку, що лежить у площині XY, якщо вважати вісь обертання віссю Z (висота  $c$  паралелепіпеда не буде входити до відповіді!). Потім необхідно згадати співвідношення  $I_x + I_y = I_z$ , яке має місце для будь-якої тонкої пластини, що лежить у площині XY. А моменти інерції пластини відносно осей X і Y можна знайти "перетворивши" по черзі пластину у стержні з довжинами  $a$  і  $b$  (використовуючи попередні результати, маємо:  $I_x = \frac{ma^2}{3}$ ,  $I_y = \frac{mb^2}{3}$ ). Отже, відповідь

така:  $I = \frac{m(a^2 + b^2)}{3}$ .

Третє завдання на цьому слайді може складати враження дуже складного. Однак і воно виконується усно. Використовуючи ідею про переміщення диференціально малих мас, можна збагнути, що моменти інерції зображеної частини кулі відносно кожної із запропонованих осей дорівнюють моменту інерції цілої кулі з такими самими  $m$  і  $R$ . Учні можуть запропонувати інший шлях виконання цього завдання. До цього вчитель має бути готовим.

**Використовуючи попередні результати, усно знайдіть моменти інерції тіл у наступних випадках:** 9

1. Половина однорідної кулі  $m, R$

2. Однорідний прямокутний паралелепіпед  $m, a, b, c$

3. Частина однорідної суцільної кулі (відносно кожної з осей)

Теорема Гюйгенса-Штейнера (див. слайд 10), яка часто вважається необхідною частиною теоретичного матеріалу з обговорюваної теми, теж може бути доведена учнями самостійно, принаймні після підказки, що подана на слайді 11.

**Теорема Гюйгенса-Штейнера** 10

Моменти інерції тіла масою  $m$  відносно двох паралельних осей, одна з яких проходить через центр мас тіла, пов'язані формулою:

$I = I_0 + ma^2$

де  $a$  - відстань між осями

Момент інерції тіла відносно осі, що проходить через центр мас позначено через  $I_0$ , чи  $I^*$

Доведіть теорему.

Треба врахувати, що наведені на цих слайдах запитання отримують учні, які вперше зіткнулися з цією теоремою. Отже, навіть запитання про позначення примушує думати, а не відтворювати відомий навчальний матеріал.

Завдання на використання теоремою Гюйгенса-Штейнера (слайд 12) пропонується виконати, як і значну частину попередніх завдань, усно. Така вимога є принциповою, і ми вже її обгрунтовували у попередніх роботах [6].



**Підказка для можливого варіанту доведення** 11

Розташуємо систему координат так, щоб її початок співпав з центром мас тіла, а ми цікавилися моментами інерції відносно осі  $Z$  та осі, яка паралельно до неї та перетинає площину  $XZ$  у точці  $A(x_A, y_A, 0)$  так, що

$$\sqrt{x_A^2 + y_A^2} = a.$$

Тоді  $I_G = \int_{\text{по об'єму тіла}} (x^2 + y^2) dm$ , а  $I = \int_{\text{по об'єму тіла}} ((x-x_A)^2 + (y-y_A)^2) dm$ .

Вракуйте під час доведення, що  $\int_{\text{по об'єму тіла}} x dm = \int_{\text{по об'єму тіла}} y dm = 0$ !

? Звідки взялося останнє твердження, яке реконструктивно зрокувати?

**Використовуючи теорему Гойгенса-Штейнера та попередні результати, усно знайдіть моменти інерції тіл у наступних випадках:** 12

1. Кругла тонка пластинка  $m, R$

2. Однорідний прямокутний паралелепіпед  $m, a, b, c$

3. Гантель (кулі та стержень однорідні)

Іноді вчителі навіть фізико-математичних шкіл висловлюють думку, що таке детальне знайомство з методами обчислення моментів інерції є зайвим. Мовляв, що ж вони (учні) будуть робити в університеті?

Тут треба звернути увагу на дві обставини. По-перше, такі поняття як тензор інерції і еліпсоїд інерції, з якими доведеться знайомитися в університеті, незрівнянно складніші порівняно з поняттям моменту інерції відносно заданої осі. Отже, буде чим зайнятися!

По-друге, з входженням України у Болонський процес, кількість аудиторних занять у студентів катастрофічно зменшується. Відповідно збільшується частка навчального матеріалу, що має бути опрацьована студентами самостійно. Отже, навички самостійної роботи треба набувати вже у шкільні роки. Причому йдеться не про навички самостійного заучування текстів, а про навички самостійного одержування суб'єктивно нових результатів з цієї інформації, що надається. А розглянута тема дуже зручна для відповідних тренувань.

Іноді у вчителів виникає і таке запитання: “А чи не забагато витрачається часу на самостійне виведення учнями формул? Може краще, щоб це зробив учитель під час лекційного викладу матеріалу?”

У відповідь на подібні запитання ми процитуємо думку академіка С.У.Гончаренка, яку він нещодавно висло-

вив у статті [7]: “Сучасна освіта – це передача знань, умінь, технік, технологій, вироблених стандартів і поведінки. Мертвих знань. Живе знання, тобто розуміння (тому що лише у випадку розуміння воно стає живим), передати не можна, воно досягається самою людиною, коли вона намагається зрозуміти, пережити, вперше побачити по-своєму”. Від себе лише додамо, що використаний нами підхід дає затримку у часі лише на початкових етапах навчання, поки учні не звикнуть усно робити необхідні розрахунки. За належної математичної підтримки курсу фізики вивчення теми, пов'язаної з моментом інерції тіла, вже проходить у досить високому темпі.

У подальшому ми плануємо підготувати мультимедійний супровід для інших тем, які є важливими для продовження фізичної освіти в університеті, але недостатньо, з нашої точки зору, висвітлені в підручниках, а також для тих випадків, коли застосування новітніх інформаційних технологій дає помітні переваги.

#### Список використаних джерел:

1. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Освіта України. – №5. – 20.01.2004. – С.1-13.
2. Мартинюк М.Т. Науково-методичні засади навчання фізики в основній школі: Автореф. дис... д-ра пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. ун-т. – К., 1999. – 34 с.
3. Мінаєв Ю.П. Математична підтримка поглибленого курсу фізики // II Конференція Соросівських Учителів 20-21 квітня 1996 року: Збірка доповідей. Ч.1. – К., 1996. – С.195-204.
4. Марченко О.А. Інтегративний курс «Мехматика» для старших класів фізико-математичного профілю // Зб. наукових праць Кам'янець-Подільського державного університету: Серія педагогічна: Дидактика дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільський: К-ПДУ, інформаційно-видавничий відділ, 2004. – Вип. 10. – С.117-119.
5. Марченко О.А. Мінаєв Ю.П., Циганок М.М. Застосування спеціальних завдань для активного оволодіння теоретичним матеріалом з фізики // Зб. наукових праць Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету: Серія педагогічна: Дидактика дисциплін природознавчо-математичної та технологічної освітніх галузей. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2000. – Вип. 6. – С.165-169.
6. Марченко О.А., Мінаєв Ю.П. Усні задачі високого рівня з механіки // Фізика та астрономія в школі. – 2005. – №1. – С.36-41.
7. Гончаренко С.У. Наука і навчальний предмет // Наукові записки. – Вип. 66. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2006. Частина 1. – С.3-11.

In article the technique of multimedia means application for acquaintance of high school pupils with concept of the moment of inertia of a body is offered.

**Key words:** moment of inertia of a body, multimedia means, physics-mathematical classes.

Отримано: 22.04.2006.

УДК 378.016:53

С.М. Меняйлов

Національний авіаційний університет, м. Київ

## МОДУЛЬНИЙ АНГЛОМОВНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК З ФІЗИКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ВИЩИХ ТЕХНІЧНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

У статті представлена модель англomовного навчального посібника для кредитно-модульної системи навчання фізики та проаналізовано досвід створення на основі такої моделі першого модуля з запланованою на кафедрі загальної фізики ІЕСУ НАУ серії посібників.

**Ключові слова:** англomовний проект, Болонський процес, зворотний зв'язок, кредитно-модульна система, модульна технологія, модуль, навчальний елемент, навчально-методичний комплекс.

Приєднання вищої освіти України до Болонського процесу вимагає суттєвих змін в організації навчального процесу та перебудови навчально-методичного комплексу [5], така робота зараз проводиться в багатьох вищих навчальних закладах. У Національному авіаційному університеті на підставі наказу Міністерства освіти і науки України “Про затвердження програми дій щодо реалізації положень

Болонської декларації в системі вищої освіти і науки України на 2004-2005 роки” розроблено положення про організацію навчального процесу за кредитно-модульною системою (в умовах педагогічного експерименту). Це положення визначає особливості впровадження в університеті кредитно-модульної системи і спрямовано на відпрацювання відповідної технології організації навчального процесу та