УДК 53:378.147
DOI https://doi.org/10.52726/as.pedagogy/2022.4.16

Ф. М. ГАРЄЄВА
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна
Електронна пошта: fainamax51@gmail.com
http://orcid.org/0000-0003-4714-3060

М. В. ЧУРСАНОВА
кандидат фізико-математичних наук,
доцент кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна
Електронна пошта: afina55@ukr.net
http://orcid.org/0000-0001-6977-7473

Т. В. МАТВЄЄВА
кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна
Електронна пошта: tatianamatveeva27@gmail.com
http://orcid.org/0000-0003-4079-4901

О. В. ДРОЗДЕНКО
старший викладач кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна
Електронна пошта: a-drozdenko@ukr.net
http://orcid.org/0000-0002-2141-411X

ПОЕТАПНЕ ФОРМУВАННЯ ПОНЯТТЯ МОМЕНТУ ІНЕРЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ ДІ-МЕТОДА

В роботі розглянуто питання організації навчання розв'язуванню задач з курсу загальної фізики в ЗВО України з використанням метода ДІ (диференціювання та інтегрування).

З метою подолання основних складнощів у навчанні студентів розв'язуванню задач (низький рівень фізико-математичної підготовки, відсутність знань, умінь та навичок практичного застосування фізики) запропоновано підхід до методики проведення практичних занять з фізики, який базується на використанні методу ДІ. Оскільки задачі з фізики вимагають від студентів застосування апарату вищої математики, розроблена схема поетапного підвищення складності при формуванні поняття моменту інерції яка використовує відомі значення величини у простішому випадку для знаходження цієї величини у більш складному випадку. Схема встановлює алгоритми дій для наступних логічних послідовностей: матеріальна точка → стрижень → тонка пластина у формі прямокутника, трикутника; матеріальна точка → кільце → диск (вісь обертання співпадає з одним із діаметрів); кільце → диск → суцільний циліндр, конус або куля (вісь обертання перпендикулярна площині кільця чи диску і проходить через його центр); кільце → порожня сфера → суцільна куля (вісь обертання перпендикулярна площині кільця і проходить через його центр). Опанування студентами запропонованих алгоритмів сприяє не лише більш глибокому розвитку вмінь та навичок розв'язувати задачі, але й усвідомленню універсальності методу диференціювання та інтегрування та можливості його застосування для розв'язання нових задач більш складного рівня. Методичний підхід поетапного формування фізичного поняття з поступовим підвищенням складності забезпечує ефективність оволодіння ДІ-методом та розширює уявлення студентів про використання математики для розв'язку задач з фізики, сприяє розвитку комплексного мислення, несе елемент творчості та розвиває науково-фізичне мислення.

Ключові слова: студенти, фізика, математика, розв'язування задач, метод диференціювання та інтегрування, ДІ-метод.

Різноманітні аспекти навчання студентів розв'язуванню задач з фізики представлені достатньо широко в роботах дослідників (серед них, наприклад, роботи Дідович М.М., Пастушенко С.М., Сергієнко В.П., Павленко Т.М., Сусь Б.А. та ін [Герасимова; Sadovyi]). Проте здобуття практичних навичок та компетентностей при вивченні фізики в сучасному технічному університеті вимагає від студентів володіння апаратом вищої математики [Іщенко 2020]. Це викликає труднощі при засвоєнні певних тем, особливо серед студентів першокурсників [Іщенко 2019].

Зокрема, застосування поетапного формування поняття моменту інерції при використанні метода ДІ в педагогічних дослідженнях розглянуто не достатньо повно [Беликов; Matvieieva], тому навчально-методичні розробки цього питання залишаються актуальними в наш час.

Отже, **метою** нашого дослідження було розробити такий підхід до проведення практичних занять зі студентами, який би допоміг їм подолати основні складнощі в навчанні розв'язуванню задач з фізики.

Постановка проблеми. Багаторічний досвід роботи зі студентами КПІ ім. Ігоря Сікорського виявив існування деяких факторів, що приводять до складнощів у навчанні фізики.

Першим фактором є *низький рівень фізико-математичної підготовки*.

Другим фактором є *відсутність знань, умінь та навичок практичного застосування фізики*.

Вищезазначені фактори приводять до того, що студенти неохоче залучаються до вивчення фізики та розв'язування задач. Для подолання таких негативних явищ, нами було запропоновано використання поетапного формування фізичних понять за допомогою метода ДІ.

Під час розробки навчально-методичного матеріалу для проведення практичних занять, нами було задіяно такі методи навчання розв'язуванню задач, як репродуктивний та частково-пошуковий. Для цього задачі підбиралися зі зміною рівня складності: від простої до більш складної.

Метод ДІ є одним з найбільш універсальних методів при розв'язуванні задач з фізики. В нашому дослідженні розглянуто використання цього методу для знаходження моменту інерції тіла, яке обертається навколо деякої осі. Для якісного засвоєння цього методу, важливо, щоб студенти засвоїли основні принципи та етапи використання цього методу, закріпили їх на простих задачах і могли використовувати для розв'язання більш складних задач.

Як відомо, метод диференціювання та інтегрування (ДІ-метод) спирається на два принципи:

1. *Принцип можливості представлення закону у диференціальній формі*;

2. *Принцип суперпозиції* (якщо величини, які входять до закону, адитивні).

Застосування цих принципів складається з двох етапів:

– перший етап: знаходять *диференціал шуканої величини*. Для цього в більшості випадків умовно розділяють фізичне тіло на нескінченно малі частини, для яких значення шуканої величини нам відоме;

– другий етап: підсумовують (інтегрують) знайдений вираз для диференціала шуканої величини. Тут слід звернути найбільшу увагу на

а) вибір змінної інтегрування;

б) визначення меж інтегрування.

Визначення змінної інтегрування зводиться до наступних кроків: проаналізувати, від яких змінних залежить диференціал шуканої величини і яка змінна є найсуттєвішою, по якій найзручніше проводити інтегрування. Після цього всі інші змінні виражають як функції від цієї змінної.

Визначення межі інтегрування означає: знайти крайні (граничні) значення змінної інтегрування.

Після обчислення визначеного інтеграла одержують числове значення шуканої величини [Беликов].

Отже, знаючи вираз для моменту інерції матеріальної точки, ми можемо знайти за допомогою ДІ-метода момент інерції стрижня, елементарною частиною якого є матеріальна точка, а коли студенти будуть знати момент інерції стрижня, вони зможуть використовувати його для знаходження моменту інерції тонкої пластини у формі трикутника чи диска, які можна розбити на нескінченно тонкі стрижні тощо.

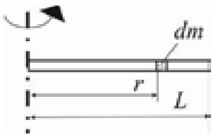
Схема поетапного підвищення складності при формуванні поняття моменту інерції приведена у таблицях 1, 2 та 3. З цих таблиць видно, що при застосуванні метода ДІ діє одна й та сама схема, яка використовує відомі значення величини у простішому випадку для знаходження цієї величини у більш складному випадку.

У таблиці 1 наведено приклад алгоритмічного застосування методу ДІ для знаходження моменту інерції тонкого стрижня.

Після опрацювання зі студентами алгоритму визначення моменту інерції стрижня за поданим вище прикладом (таблиця 1), можна запропонувати їм визначити моменти інерції фізичних тіл більш складної конфігурації, які ретельно розглянуті у таблицях 2 та 3.

Таблиця 1

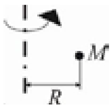
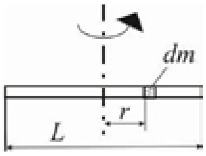
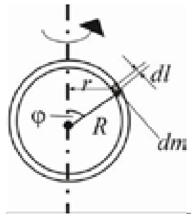
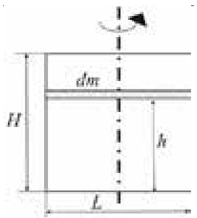
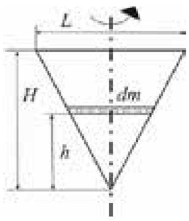
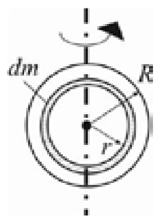
Алгоритм знаходження моменту інерції тонкого стрижня за допомогою ДІ-метода

№	Алгоритм дій	Приклад дії
1	Уважно знайомитись з умовою задачі.	Знайти момент інерції тонкого стрижня довжиною L та масою M, що обертається навколо осі, яка перпендикулярна стрижню і проходить через його кінець.
2	Визначити, яке тіло розглядається та на які нескінченно малі елементи його можна розбити.	Фізичне тіло – стрижень. Його можна розбити на нескінченно малі точки маси dm, що знаходяться на відстані r від осі обертання.
3	Накреслити малюнок до задачі, на якому зобразити дане тіло, вісь, навколо якої воно обертається, нескінченно малий елемент тіла.	
4	Визначити елементарний момент інерції dI.	Нескінченно малий елемент – точка масою dm, отже $dI = r^2 dm$
5	Визначити елементарну масу dm. Якщо тіло лінійне, $dm = \lambda dl = \frac{M}{L} \cdot dl$; плоске, $dm = \sigma ds = \frac{M}{S} \cdot ds$; об'ємне, $dm = \rho dv = \frac{M}{V} \cdot dv$.(*)	$dm = \lambda dl$; $\lambda = \frac{M}{L}$ $dm = \frac{M}{L} \cdot dr$
6	Виразити елементарну довжину dl, площу ds або об'єм *dv* через параметри тіла, яке ми розглядаємо (відстань до осі обертання r, висоту h тощо).	dl=dr
7	Підставити одержаний вираз для dm у формулу для dI.	$dI = r^2 \cdot \frac{M}{L} \cdot dr$
8	Записати розрахункову формулу $I = \int dI$ у якій виразити всі змінні через змінну, по якій проводиться інтегрування.	$I = \int \frac{M}{L} \cdot r^2 dr$
9	Визначити межі інтегрування, які залежать від параметрів тіла (довжини L, радіусу R, висоти H, кута φ тощо).	$I = \frac{M}{L} \int_0^L r^2 dr$
10	Провести інтегрування.	$I = \frac{M}{L} \cdot \frac{r^3}{3} \Big\vert_0^L = \frac{M}{L} \cdot \frac{L^3}{3}$
11	Одержати кінцевий результат та зробити його аналіз.	$I = \frac{ML^2}{3}$

**Зауваження: тут і далі ми вважаємо, що маса розподілена рівномірно. Якщо це не так, то густину треба розглядати як функцію від відстані (тобто λ = λ(r); σ = σ(r); ρ = ρ(r)).*

Таблиця 2

Схема поетапного формування поняття моменту інерції за допомогою ДІ-метода для матеріальної точки, тонкого стрижня, тонкого кільця, тонких пластин, тонкого диску

<table>
<tr><th>Приклад</th><th colspan="3">Матеріальна точка, що знаходиться на відстані R від осі обертання і має масу M</th></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="3">2</td></tr>
<tr><td>Малюнок</td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td>Момент інерції</td><td colspan="3">$I = MR^2$</td></tr>
<tr><td>Приклад</td><td colspan="2">Тонкий стрижень довжини L та маси M. Вісь обертання перпендикулярна стрижню та проходить через його середину.</td><td>Тонке кільце радіуса R і маси M. Вісь обертання співпадає з одним із діаметрів.</td></tr>
<tr><td>Малюнок</td><td colspan="2">
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Елемент</td><td colspan="3">Нескінченно мала точка маси dm, що знаходиться на відстані r від осі обертання</td></tr>
<tr><td>Елементарний момент інерції</td><td colspan="3">$dI = r^2 dm$</td></tr>
<tr><td>Елементарна маса</td><td colspan="2">$dm = \lambda dl = \frac{M}{L} \cdot dr$</td><td>$dm = \lambda dl = \frac{M}{2\pi R} \cdot dl = \frac{M}{2\pi R} \cdot R d\varphi$</td></tr>
<tr><td>Момент інерції</td><td colspan="2">$dI = r^2 \cdot \frac{M}{L} \cdot dr$</td><td>$dI = r^2 \cdot \frac{M}{2\pi} \cdot d\varphi$</td></tr>
<tr><td>Розрахункова формула</td><td colspan="2">$I = \int_{-L/2}^{L/2} \frac{M}{L} \cdot r^2 dr$</td><td>$I = \int_0^{2\pi} \frac{M}{2\pi} \cdot r^2 d\varphi = \left| r = R \sin\varphi \right| = \frac{M}{2\pi} \int_0^{2\pi} R^2 \sin^2 \varphi d\varphi$</td></tr>
<tr><td>Результат</td><td colspan="2">$I = \frac{1}{12} MR^2$</td><td>$I = \frac{1}{2} MR^2$</td></tr>
<tr><td>Загальний вигляд</td><td colspan="2">$I = kMR^2$; $k = 1/12$</td><td>$I = kMR^2$; $k = 1/2$</td></tr>
<tr><td>Приклад</td><td>Тонка площина довжини L та маси M. Вісь обертання лежить у площині і проходить через її середину.</td><td>Рівнобічний трикутник масою M, з висотою H і основою L. Вісь обертання лежить у площині трикутника і співпадає з його висотою.</td><td>Тонкий диск радіуса R та маси M. Вісь обертання лежить у площині диска та співпадає з одним із його діаметрів.</td></tr>
<tr><td>Малюнок</td><td>
</td><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>Елемент</td><td colspan="2">Нескінченно тонкий стрижень маси dm і довжини r</td><td>Нескінченно тонке кільце маси dm і радіуса r</td></tr>
<tr><td>Елементарний момент інерції</td><td colspan="2">$dI = \frac{r^2}{12} dm$</td><td>$dI = \frac{1}{2} r^2 dm$</td></tr>
<tr><td>Елементарна маса</td><td>$dm = \sigma ds = \frac{M}{LH} \cdot rdh$</td><td>$dm = \sigma ds = = \frac{M}{LH/2} \cdot rdh$</td><td>$dm = \sigma ds = \frac{M}{\pi R^2} \cdot 2\pi r dr$</td></tr>
</table>

Продовження таблиці 2

Момент інерції	$dI = \frac{r^2}{12}\cdot\frac{M}{LH}\cdot rdh$	$dI = \frac{r^2}{12}\cdot\frac{M}{LH/2}\cdot rdh$	$dI = \frac{r^2}{2}\cdot\frac{M}{\pi R^2}\cdot 2\pi rdr$
Розрахункова формула	$I = \int_0^H \frac{M}{LH}\cdot\frac{r^3}{12}dh$	$I = \int_0^H \frac{M}{LH/2}\cdot\frac{r^3}{12}dh = \frac{M}{6LH}\cdot\int_0^H\left(h\cdot\frac{L}{H}\right)^3 dh$	$I = \int_0^R \frac{M}{R^2}\cdot r^3 dr$
Результат	$I = \frac{1}{12}ML^2$	$I = \frac{1}{24}ML^2$	$I = \frac{1}{4}MR^2$
Загальний вигляд	$I = kML^2$; k = 1/12	$I = kML^2$; k = 1/24	$I = kML^2$; k = 1/4

Висновки. При опануванні універсального підходу до розв'язання задач за методом ДІ, досить важливим є поступове підвищення складності розв'язування задач. Застосовуючи поетапне формування фізичного поняття, перехід від простого до складного сприяє більш глибокому та міцному розвитку вмінь та навичок розв'язувати задачі, дозволяє особистості набувати сміливості розв'язувати нові задачі більш складного рівня.

Застосування методу ДІ розширює уявлення студентів про використання математики для розв'язку задач з фізики, сприяє розвитку комплексного мислення, несе елемент творчості та розвиває науково-фізичне мислення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Беликов Б.С. Решение задач по физике. Общие методы: Учеб. пособ. для студентов ВУЗов. М.: Высш. шк., 1986. 256 с.

2. Герасимова К.В., Ткаченко Г.І. Практичні заняття з фізики із залученням демонстрацій у закладах вищої освіти. *Фізико-математична освіта*. Випуск 4(30). 2021. С. 29–33.

3. Іщенко Р.М., Горбунович І.В. Міжпредметні зв'язки фізики і математики під час викладання фізичних основ механіки студентам технічного університету. *Фізико-математична освіта*. Випуск 1(23). Частина 2. 2020. С. 39–44.

4. Іщенко Р.М., Ісаєнко Г.Л. Аналіз рівня підготовки з фізики студентів технічних спеціальностей за результатами вхідного контролю. *Фізико-математична освіта*. Випуск 1(19). 2019. С. 75–79.

5. Matvieieva, T.V. Solving problems in electrostatics: textbook for foreign students of higher educational institutions / Matvieieva T.V., Chursanova M.V., Gareeva F.M. Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 2022. 153 p.

6. Sadovyi M.I., Riezina O.B., and Tryfonova O.M. The use of computer graphics in teaching physics and technical disciplines at pedagogical universities. *ITLT*. Vol. 80, No. 6. 2020. Pp. 188–206.

REFERENCES

1. Belikov B.S. (1986) Resheniye zadach po fizike. Obshchiye metody: Ucheb. posob. dlya studentov VUZov [Solving problems in physics. General methods: textbook for university students]. M.: Vyssh. shk.

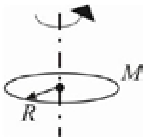
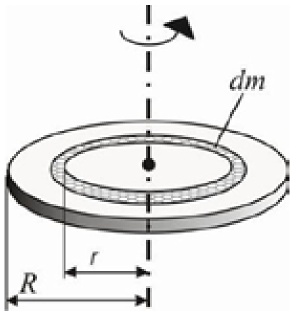
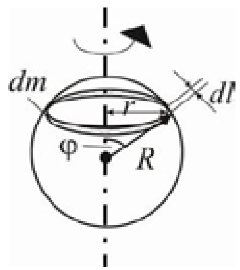
2. Herasymova C., Tkachenko G. (2021) Praktychni zanyattya z fizyky iz zaluchennyam demonstratsiy u zakladakh vyshchoyi osvity [Practical training in physics with demonstrations in institutions of higher education]. *Physical and Mathematical Education*. Issue 4 (30). P. 29–33.

3. Ishchenko R., Gorbunovich I. (2020) Mizhpredmetni zv″yazky fizyky i matematyky pid chas vykladannya fizychnykh osnov mekhaniky studentam tekhnichnoho universytetu [Intersubject connections of physics and mathematics at teaching the physical fundamentals of mechanics to students of technical university]. *Physical and Mathematical Education*. Issue 1 (23). Part 2. P. 39–44.

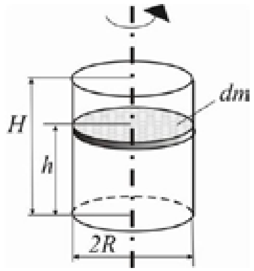
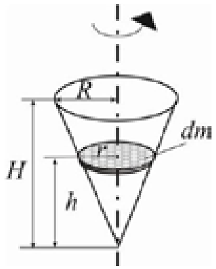
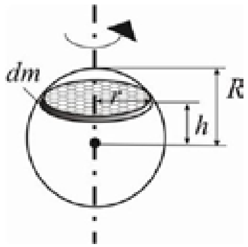
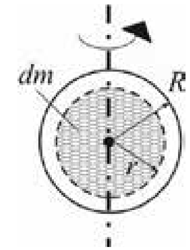
4. Ishchenko R., Isaienko G. (2019) Analiz rivnya pidhotovky z fizyky studentiv tekhnichnykh spetsial′nostey za rezul′tatamy vkhidnoho kontrolyu [Analysis of the training level from physics of students of technical specialties by entrance control result]. *Physical and Mathematical Education*. Issue 1 (19). P. 75–79.

Таблиця 3

Схема поетапного формування поняття моменту інерції за допомогою ДІ-метода для кільця, диска, сфери, циліндра, конуса, кулі

Приклад	Нескінченно тонке кільце радіуса R і маси M. Вісь обертання проходить через центр кільця і перпендикулярна його площині.	
Малюнок		
Елементарний момент інерції	$dI = r^2 dm$	
Розрахункова формула	$I = \int_{(m)} r^2 dm$	
Результат	$I = MR^2$	
Загальний вигляд	$I = kMR^2$; k = 1	
Приклад	Тонкий диск радіуса R та маси M. Вісь обертання перпендикулярна площині диска та проходить через його центр.	Сфера радіуса R та маси M. Вісь обертання співпадає з одним із діаметрів.
Малюнок		
Елемент	Нескінченно тонке кільце маси dm і радіуса r	
Елементарний момент інерції	$dI = r^2 dm$	
Елементарна маса	$dm = \sigma ds = \dfrac{M}{\pi R^2} \cdot 2\pi r dr$	$dm = \sigma ds = \dfrac{M}{4\pi R^2} \cdot 2\pi r dl =$ $= \dfrac{M}{4\pi R^2} \cdot 2\pi r \cdot R d\varphi$

Продовження таблиці 3

Момент інерції	$dI = r^2 \cdot \frac{M}{\pi R^2} \cdot 2\pi r dr$			$dI = r^2 \cdot \frac{M}{4\pi R^2} \cdot 2\pi r \cdot R d\varphi$
Розрахункова формула	$I = \int\limits_0^R \frac{2M}{R^2} \cdot r^3 dr$			$I = \int\limits_0^\pi \frac{M}{2R} \cdot r^3 d\varphi = \lvert r = R\sin\varphi \rvert = = \frac{M}{2R} \int\limits_0^\pi R^3 \sin^3 \varphi d\varphi$
Результат	$I = \frac{1}{2} MR^2$			$I = \frac{2}{3} MR^2$
Загальний вигляд	$I = kMR^2$; k = 1/2			$I = kMR^2$; k = 2/3
Приклад	Суцільний циліндр радіуса R та маси M. Вісь обертання співпадає з віссю симетрії циліндра	Суцільний конус та масою M, з висотою H і основою радіуса R. Вісь обертання співпадає з віссю симетрії	Суцільна куля радіуса R та маси M. Вісь обертання співпадає з одним із діаметрів	Суцільна куля радіуса R та маси M. Вісь обертання співпадає з одним із діаметрів
Малюнок				
Елемент	Нескінченно тонкий диск маси dm і радіуса r			Нескінченно тонка сфера маси dm і радіуса r
Елементарний момент інерції	$dI = \frac{r^2}{2} dm$			$dI = \frac{2}{3} r^2 dm$
Елементарна маса	$dm = \rho dv = \frac{M}{SH} \cdot S dh$	$dm = \rho dv = \frac{M}{\pi R^2 H / 3} \cdot \pi r^2 dh$	$dm = \rho dv = \frac{M}{4\pi R^3 / 3} \cdot \pi r^2 dh$	$dm = \rho dv = \frac{M}{4\pi R^3 / 3} \cdot 4\pi r^2 dr$
Момент інерції	$dI = \frac{r^2}{2} \cdot \frac{M}{H} dh$	$dI = \frac{r^2}{2} \cdot \frac{M}{R^2 H / 3} \cdot r^2 dh$	$dI = \frac{r^2}{2} \cdot \frac{M}{4R^3 / 3} \cdot r^2 dh$	$dI = \frac{2r^2}{3} \cdot \frac{M}{R^3 / 3} \cdot r^2 dr$

Продовження таблиці 3

Розрахункова формула	$I=\int_0^H \frac{M}{H}\cdot\frac{r^2}{2}dh$	$I=\int_0^H \frac{M}{R^2H/3}\cdot\frac{r^4}{2}dh=$ $=\frac{3M}{2R^2H}\cdot\int_0^H\left(h\cdot\frac{R}{H}\right)^4 dh$	$I=\int_{-R}^R \frac{M}{4R^3/3}\cdot\frac{r^4}{2}dh=$ $=\frac{3M}{8R^3}\cdot\int_{-R}^R\left(R^2-h^2\right)^2 dh$	$I=\int_0^R \frac{M}{R^3/3}\cdot\frac{2r^4}{3}dr$
Результат	$I=\frac{1}{2}MR^2$	$I=\frac{3}{10}MR^2$	$I=\frac{2}{5}MR^2$	$I=\frac{2}{5}MR^2$
Загальний вигляд	$I=kMR^2$; k = 1/2	$I=kMR^2$; k = 3/10	$I=kMR^2$; k = 2/5	$I=kMR^2$; k = 2/5

5. Matvieieva, T.V. (2022) Solving problems in electrostatics: textbook for foreign students of higher educational institutions / Matvieieva T.V., Chursanova M.V., Gareeva F.M. Kyiv: Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, 153 p.
6. Sadovyi M.I., Riezina O.B., and Tryfonova O.M. (2020) The use of computer graphics in teaching physics and technical disciplines at pedagogical universities. *ITLT*. Vol. 80, No. 6. Pp. 188–206.

F. M. GAREEVA
Ph.D. of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of General Physics and Modelling of Physical Processes,
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
E-mail: fainamax51@gmail.com
http://orcid.org/0000-0003-4714-3060

M. V. CHURSANOVA
Ph.D. of Physical and Mathematical Sciences,
Associate Professor at the Department of General Physics and Modelling of Physical Processes,
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
E-mail: afina55@ukr.net
http://orcid.org/0000-0001-6977-7473

T. V. MATVIEIEVA
Ph.D. of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of General Physics and Modelling of Physical Processes,
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
E-mail: tatianamatveeva27@gmail.com
http://orcid.org/0000-0003-4079-4901

O. V. DROZDENKO
Senior Lecturer at the Department of General Physics and Modelling of Physical Processes,
National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv, Ukraine
E-mail: a-drozdenko@ukr.net
http://orcid.org/0000-0002-2141-411X

STEP-BY-STEP FORMATION OF THE MOMENT OF INERTIA CONCEPT USING THE DI METHOD

The article addresses the issue of the organization of training in solving physics problems at higher education institutions of Ukraine using the DI (differentiation and integration) method.

In order to overcome the main difficulties in teaching students to solve problems (the low level of physics and mathematics training, the lack of knowledge and skills in the practical application of physics), the methodological approach of conducting practical classes in physics is proposed. The approach is based on the use of the DI method. Since physics problems require students to use the apparatus of higher mathematics, a scheme of gradually increasing complexity in forming the concept of moment of inertia is developed, which uses known values of a quantity in a simpler case to find this quantity in a more complex case. The scheme gives algorithms of steps for the following logical sequences: material point → rod → plate in the shape of a rectangle, triangle; material point → ring → disk (the axis of rotation coincides with one of the diameters); ring → disk → solid cylinder, cone or sphere (the axis of rotation is perpendicular to the plane of the ring or disk and passes through its center); ring → empty sphere → solid sphere (the axis of rotation is perpendicular to the plane of the ring and passes through its center). Students' mastering of the proposed algorithms contributes not only to the more profound skills and abilities to solve problems, but also to the awareness of the universality of the differentiation and integration method and the possibility of its application to solve new problems of a more complex level. The methodological approach of the step-by-step formation of a physical concept with the gradual increase in complexity ensures the effectiveness of mastering the DI method and expands students' ideas about the use of mathematics to solve physics problems, contributes to the development of complex thinking, carries an element of creativity and develops scientific physical thinking.

Key words: students, physics, mathematics, problem solving, differentiation and integration method, DI-method.