УДК 372.853

Лимарєва Ю.М., Зубко К.М.

[1] *кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: ulialymareva23@gmail.com, ORCID 0000-0002-5828-0231

[2] *студентка 1 курсу магістратури фізико-математичного факультету, ДВНЗ «ДДПУ»*

e-mail: werkesska@gmail.com, ORCID 0000-0003-4973-6329

ТІЛА ОБЕРТАННЯ У ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ

Стаття присвячена вирішенню проблеми інтеграції фізики та математики на рівні застосування стереометричних об'єктів (тіл обертання) та їх властивостей під час вивчення фізики. Доведено природність зазначених об'єктів та практичну доцільність їх вивчення. Розглянуто приклади задач, що спираються на пряме застосування математичних відомостей про тіла обертання при вивченні фізики.

Ключові слова: *фізична задача, тіло обертання, куля, циліндр, конус, навчальний процес, моделювання, властивість, практичність.*

Вступ

Сучасне життя насичене стрімкими змінами, які відбуваються в галузях виробництва, економіки, комунікацій, викликані розвитком та впровадженням новітніх технологій. Тому для людини важливою є здатність бути мобільною та швидко орієнтуватися, вміти бачити проблему, чітко формулювати завдання, всебічно підходити до її розв'язування, здобувати необхідну інформацію тощо.

Вибір теми даної статті обумовлений тим, що для учнів найскладнішими є просторове бачення взагалі і особливо пов'язані з тілами обертання, математичні та фізичні задачі, а її актуальність полягає у комплексному вирішенні проблеми формування навичок свідомого підходу особистості до вивчення фізико-математичних дисциплін, усвідомлення їх єдності та практичності.

Вивчення та розуміння властивостей геометричних тіл сприяє кращому, детальнішому та глибшому вивченню навколишнього світу на основі задач, у яких вони виступають засобом моделювання об'єктів Всесвіту, а також повноцінному формуванню особистості, оскільки основними завданнями навчання є:

— розвиток образного, зокрема просторового, мислення;

— розвиток логічного мислення;

— формування розуміння співвідношень між геометричними об'єктами та об'єктами реального світу,

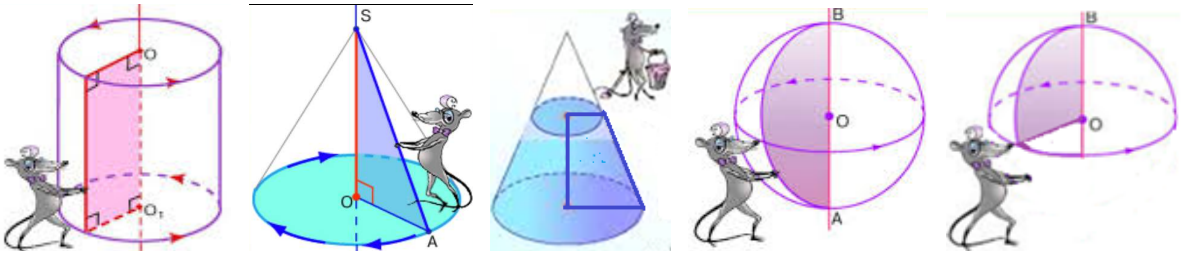
— вміння застосовувати ці знання для розв'язування практичних задач.

Виходячи із зазначеного вище, **метою** статті є висвітлення практичної доцільності вивчення тіл обертання та їх значущості для розуміння фізики, як природничої науки.

Основна частина

Вивчення тіл обертання у математиці зазвичай не викликає надмірної зацікавленості учнів. Причиною тому є складнощі з просторовими уявленням, складним математичним апаратом та відсутністю чітких уявлень практичного застосування знань та, відповідно, необхідності вивчення матеріалу. Між тим, тема є досить цікавою, наочною та відображеною у природі, мистецтві, побуті та різних сферах практичної діяльності людини.

Найпростіші тіла обертання, з якими знайомляться учні: циліндр, конус, зрізаний конус, куля та півкуля. Основні їх властивості учні вивчають в курсі математики старшої школи, де й оглядово отримують базові знання про їх природність та практичність



Досвід показує, що незмінною основою вивчення тіл обертання має бути практичність, природність та пізнаваність. Тому в нагоді стає знайомство з аналогічними за формою тілами природнього походження або тими, що є результатом практичного моделювання у різних сферах діяльності, а також відомості засновані на цікавих фактах про них. Наприклад:

– **Кулю** невипадково піфагорійці вважали кулю найвишуканішою просторовою фігурою.

На диво, масивні тіла приймають форму кулі: Сонце, Зорі, Земля, Місяць. Усі планети та їхні великі супутники кулясті, завдяки дії їхньої власної гравітації, що прагне додати їм саме форму кулі. Якщо навіть якась сила надасть Землі форму валізи, то по закінченні її дії сила тяжіння знову почне збирати її в кулю, «втягуючи» виступаючі частини, поки вся її поверхня не встановиться (не стабілізується) на рівній відстані від центру.

Побут та виробництво переповнені кулястими тілами. Починаючи від мильних бульбашок, крапель та м'яча й закінчуючи обсерваторіями та планетаріями. Найпростіша деталь автомобіля – підшипник – має також кульову

форму, яка дуже поширена в техніці. І це не випадково, бо саме куля зазнає найменшого тертя під час роботи підшипників.

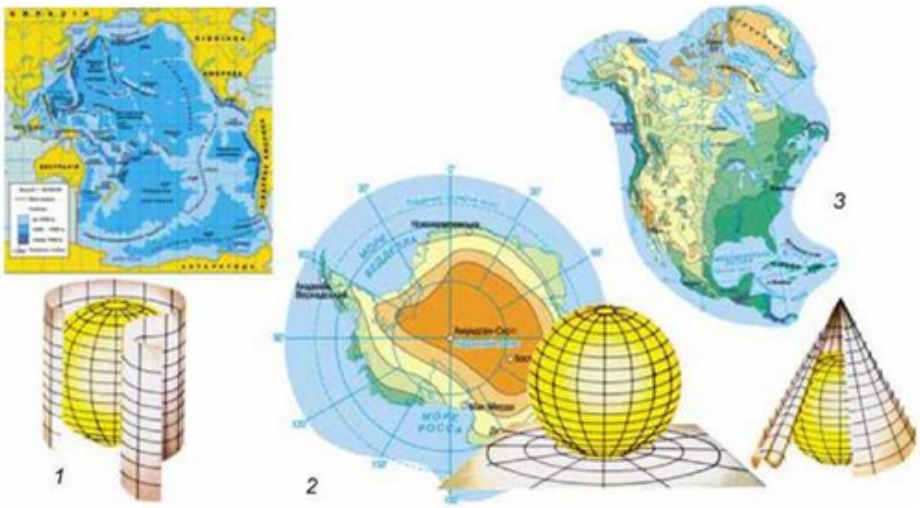
– **Циліндри** є складовими частинами багатьох машин і механізмів на виробництвах та у побуті (ДВС, гідравлічні преси, циліндричні конденсатори, ємності для рідини, лампи денного світла, газорозрядні трубки, капіляри, водорозподільні та опалювальні труби, шланги, склянки, пробірки, мензурки, цвяхи, пляшки, шини і т. ін.); паперові та текстильні вироби також зберігаються у вигляді циліндрів.

Цікавими для загальної обізнаності школярів можуть стати Циліндри Фараона, що вже тисячі років не піддаються науковому поясненню. Вони виготовлені з міді й цинку та мають особливе внутрішнє наповнення. Результати дослідження циліндрів свідчать про дивовижні їх властивості благотворно впливати на організм людини, а тому можуть вважатися унікальним фізіотерапевтичним приладом, що здатний захищати від впливу випромінювань різних електронних пристроїв – мікрохвильових печей, телевізорів, персональних комп'ютерів і т. ін.

– **Конус** створений природою — це гори, пагорби, вулкани; у побуті — відро, мірна склянка, склянка; на виробництві — опори, елементи підшипників, верхня частина нафтосховищ та ще багато чого у різних сферах діяльності людини.

Сипучі матеріали в природі також часто набувають форми конуса. І, на диво, ці конуси завжди мають цілком певний кут нахилу твірної до площини Землі — так званий кут природнього скосу. До того ж, у кожного сипучого матеріалу він свій та сталий. Наприклад, для картоплі він становить 45^0, вугілля – 42^0, ґрунту – 40^0, глини – 30^0, піску – 25^0, щебню – 33^0. Окрім того, цікаво, що в житті користуються не довжиною твірної, а довжиною перекиду (двох твірних), яку виміряти значно легше.

Прикладом комплексного використання тіл обертання може бути їх застосування як основи для створення картографічних проекцій: циліндричної, конічної, сферичної (азимутальної), що доводить необхідність розуміння властивостей зазначених об'єктів.

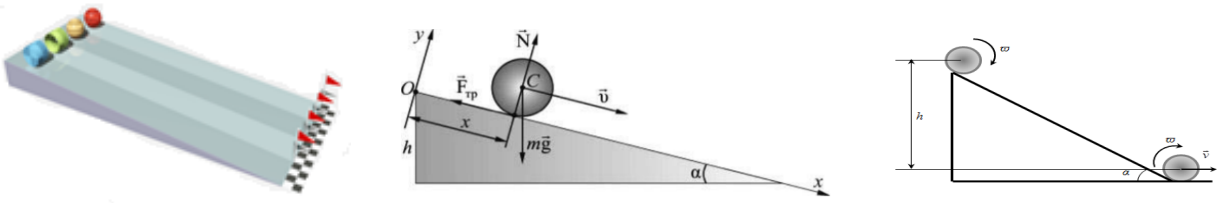


Типи проекцій: *циліндрична (1), азимутальна (2), конічна (3).*

Саме основні з тіл обертання (куля, циліндр, конус) та їхні властивості доводиться частіше за все використовувати й при вивченні фізики. Тіла обертання при цьому беруть участь переважно у два способи. А саме, виступають безпосередніми учасниками або забезпечують можливості фізичного моделювання. Розглянемо їх на прикладах:

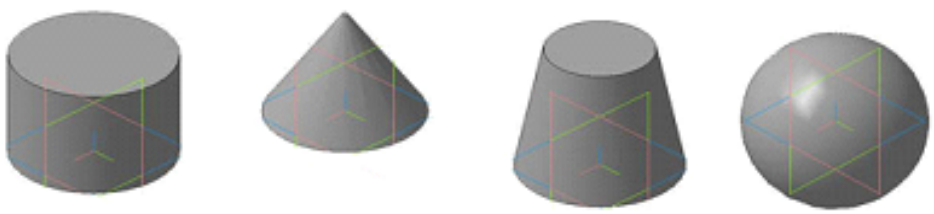
1. **Виступають безпосередніми учасниками**: саме з ними відбуваються якісь дії або проводяться дослідження за певних умов і т. ін. Наприклад:

– Гладкою похилою площиною скочуються кулі та циліндри (порожнисті та однорідні) однакової маси. Яке з тіл скотиться швидше?



– Порівняйте повні кінетичні енергії циліндра та кулі з однаковими радіусами, що скочуються без початкової швидкості з похилої площини відомої висоти та нахилу, наприкінці руху.

– Циліндр, куля, зрізаний конус та конус вкривають сріблом за допомогою електролізу. Радіуси основи тіл та їх висота дорівнюють радіусу кулі.



Визначте та порівняйте:

А) витрати часу для отримання шару срібла у 2 мкм на кожному тілі;

Б) витрати срібла для отримання такого шару покриття на кожному тілі та загальну вартість речовини, якщо відома ціна за 1 мг;

В) Струм, що забезпечить отримання шару речовини за визначений час на кожному тілі та вцілому за процес;

Г) шар речовини на кожному тілі, якщо час електролізу та струм відомі;

Д) встановіть який процес економічно вигідніший.

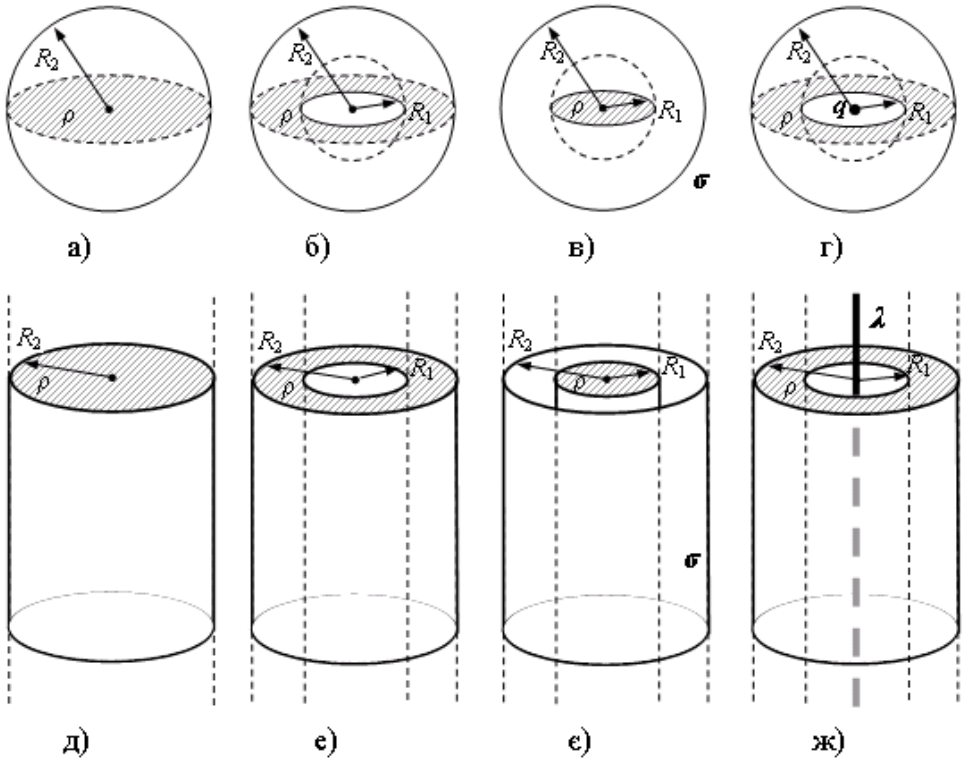
– Маючи циліндр, півкулю, зрізаний конус та конус однакової висоти та площі основи дослідіть залежність стійкості тіла від положення центра мас;

– Маючи циліндр, зрізаний конус та конус однакової площі основи та маси дослідіть залежність стійкості тіла від положення центра мас;

– Маючи циліндр, півкулю, зрізаний конус та конус однакової висоти та площі основи дослідіть залежність сили, що потрібна для перевертання тіла, від положення центра мас та маси тіл.

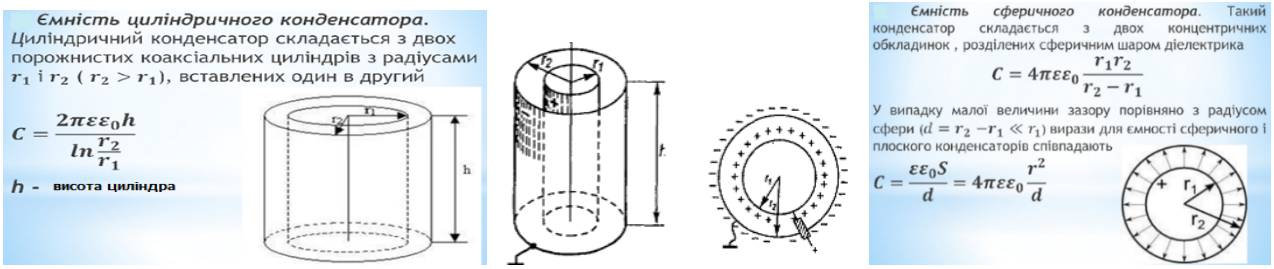
– Розрахунково-графічна робота: «Електричне поле зарядів у вакуумі».

Електричне поле створюється у вакуумі (діелектрична проникність $\varepsilon = 1$) зарядом, який розподілений у різний спосіб з відомою лінійною, поверхневою, об'ємною густиною або містить точковий заряд.



Дослідити розподіл напруженості електричного поля $E(r)$ та потенціалу $\varphi(r)$ зарядженого тіла в кожному випадку.

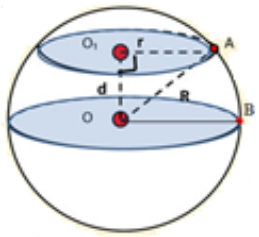
– Вивчення різних типів конденсаторів (циліндричних, сферичних): їх будови, принципу роботи та визначення електроємності.



Зазначені приклади завдань, перш за все, вимагають знання властивостей тіл обертання та їх використання для обчислення фізичних величин.

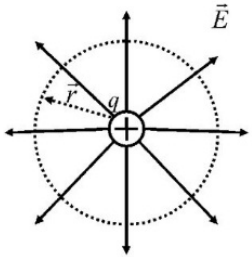
2. **Забезпечують можливості для фізичного моделювання**: використовуються з метою успішного засвоєння нового матеріалу або вирішення задачі завдяки використанню та врахування основних властивостей тіл, спрощують подачу та сприйняття матеріалу. Наприклад:

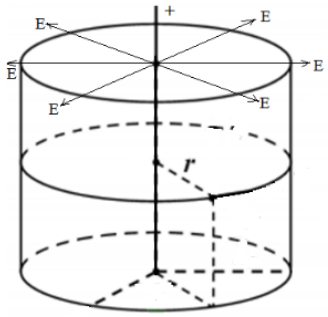
– Враховуючи добове обертання Землі порівняйте кутові та лінійні швидкості точки екватора та вашого населеного пункту;



– Порівняти кутові та лінійні швидкості велосипедистів, що рухаються схилом у площинах паралельних до основи пагорба конусоподібної форми із відомим кутом при його вершині на якій встановлене джерело світла, якщо їхня спільна тінь біля підніжжя обертається з відомою частотою;

– Вивчення еквіпотенціальних поверхонь.





А) для точкового заряду — це коаксіальні (вкладені, зі спільним центром) сфери у спільному центрі яких знаходиться заряд,

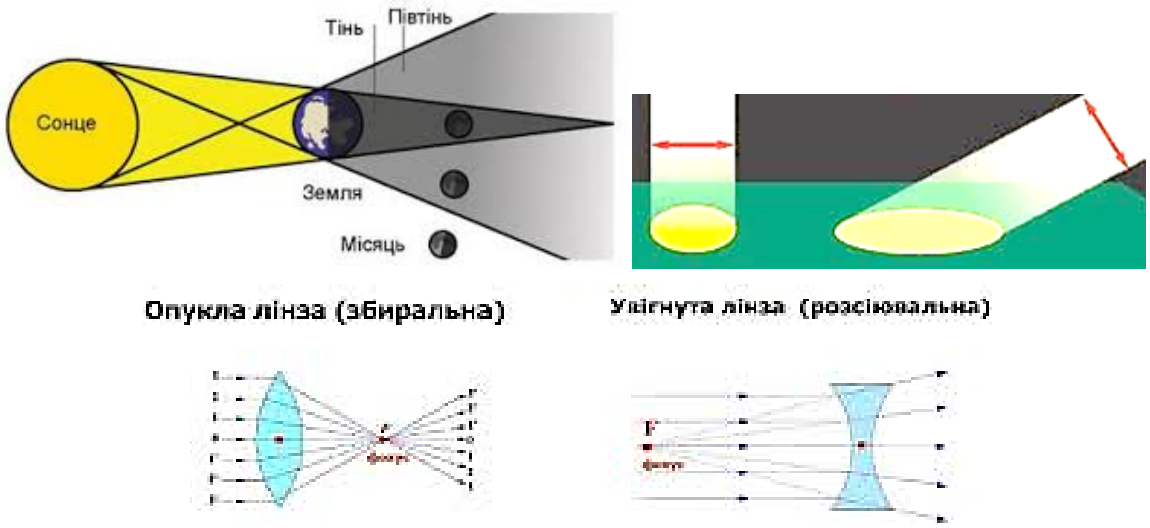
Б) для зарядженого дроту — це коаксіальні циліндри, спільною віссю яких є рівномірно заряджений по всій довжині дріт.

– Вивчення оптики, а саме:

А) законів геометричної оптики, зокрема добового та річного руху Землі, утворення конусів тіні та півтіні: світлові промені виступають твірними конусів або зрізаних конусів тіней, напівтіней;

Б) ходу променів через лінзи: світлові промені виступають твірними циліндрів, конусів або зрізаних конусів простору розповсюдження світла;

В) законів фотометрії: моделювання простору поширення світлової енергії (циліндр, куля, конус або їх частини) або проектування відповідних світлових потоків на визначені поверхні для розрахунку фотометричних величин за умови різної форми джерела світла та різного кута нахилу світлового потоку до досліджуваної поверхні.



Висновки

На основі вище зазначеного та аналізу освітніх програм з математики та фізики можна констатувати що сучасний учитель:

— маючи можливість змінювати послідовність вивчення тем з дисципліни робить вагомий внесок в узгодження змісту навчальних програм та часового тематичного розподілу в межах різних дисциплін;

— використовуючи за опору природність та практичність навчального матеріалу, сприяє формуванню свідомого ставлення особистості до навчання;

— враховуючи міжпредметні поєднання, забезпечує можливість значного урізноманітнення розглядуваних завдань практичного спрямування (технічного, економічного, екологічного та ін.).

Зазначені шляхи вирішення проблеми практичного застосування знань стереометрії (тіл обертання) не є вичерпними. Подальшого розгляду вимагає створення інтегрованих тематичних курсів та виваженого їх впровадження

у навчальний процес з урахуванням специфіки викладання окремих тем кожної з природничо-математичних дисциплін. Тому, окреслюючи перспективи подальшої роботи зазначимо, що вони полягають у дослідженні максимальних можливостей проектування інших тем математики на навчальний процес з фізики з метою формування усвідомлених знань

Література

1. *Варламов С.Д., Зильберман А.Р., Зинковский В.И.* Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах. М. : МЦНМО, 2009. 184 с.
2. *Голин Г.М.* Вопросы методологии физики в курсе средней школы. М. : Просвещение. 1987. 127 с.
3. *Горденко Т.* Елементи технології навчання як дослідження на уроках фізики. Наукові записки. Випуск 4. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. С. 133–138.
4. *Коваленко В.Ф., Халімонова І.М., Харченко Н.П., Стецюк В.М.* Загальна фізика у прикладах, запитаннях і відповідях. Оптика : навчальний посібник. К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 2012. 447 с.
5. *Подалов М.* Использование принципа наглядности в формировании исследовательской компетенции. Наукові записки. Випуск 4. Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2013. С. 78–81.
6. *Савченко В.Ф.* Методика навчання фізики в середній школі. (Загальні питання). Чернігів : РВВ ЧДПУ. 2003. 100 с.
7. *Садовий А.І., Лега Ю.Г.* Основи фізики з задачами і прикладами їх розв'язування : навчальний посібник. Київ : Кондор. 2008. 382 с.

Lymareva Yuliya N., Zubko Kateryna M.
Donbas State Pedagogical University, Sloviansk, Ukraine.

Bodies of rotation in the study of physics

The article is devoted to solving the problem of integration of physics and mathematics at the level of application of stereometric objects (bodies of rotation) and their properties during the study of physics. The naturalness of these objects and the practical expediency of their study are proved. Examples of problems based on the direct application of mathematical information about rotating bodies in the study of physics are considered.

Keywords: *physical problem, body of rotation, sphere, cylinder, cone, educational process, modeling, property, practicality.*