

РІВНЕНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра методики викладання фізики і хімії

Електронний збірник науково-методичних праць
Рівненського державного гуманітарного університету

**ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ І ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

**(ДО 20-ти РІЧЧЯ КАФЕДРИ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ ТА
ХІМІЇ РДГУ)**

Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету.

Випуск 21

Рівне – 2017

УДК: 370:371:372:373:378

ББК 74.20

Т 59

Збірник науково-методичних праць “Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін”. Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету. Випуск 21. – Рівне: Волинські обереги, 2017 р. – 175 с.

ISBN 978-966-416-187-6

Даний збірник науково-методичних праць містить статті з актуальних проблем теорії та методики навчання природничо-математичних дисциплін, методики і техніки навчального експерименту, зокрема, шкільного фізичного експерименту, з проблем організації і проведення дослідництва учнів. У ряді праць висвітлено процес становлення експериментального методу пізнання природничих наук, зокрема показано історію становлення і розвитку наукового фізичного експерименту. Опубліковані матеріали можуть бути корисними для науковців, використані учителями фізиками та інших природничих дисциплін, викладачами дидактики фізики, студентами природничо-математичних спеціальностей педагогічних університетів.

УДК: 370:371:372:373:378

ББК 74.20

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ (затверджена Вченою радою РДГУ 26.05.2016 р., протокол № 5):

Головний редактор: Тищук Віталій Іванович, кандидат педагогічних наук, професор, зав. кафедри Методики викладання фізики і хімії РДГУ.

Заступники головного редактора:

1. Галатюк Юрій Михайлович, кандидат педагогічних наук, професор кафедри Методики викладання фізики і хімії.
2. Семешук Ігор Лаврентійович, кандидат педагогічних наук, доцент кафедри Методики викладання фізики і хімії.

Члени редакційної колегії:

1. Бомба Андрій Ярославович, доктор технічних наук, професор кафедри інформатики та прикладної математики;
2. Вербець Владислав Володимирович, доктор педагогічних наук, професор кафедри соціології;
3. Грицай Наталія Богданівна, доктор педагогічних наук, професор кафедри біології;
4. Карпенчук Світлана Григорівна, доктор педагогічних наук, професор кафедри теорії і методики виховання;
5. Колупась Борис Сергійович, доктор хімічних наук, професор, зав. кафедри фізики;
6. Лісова Світлана Валеріївна, доктор педагогічних наук, професор, зав. кафедри теорії і методики професійної освіти;
7. Лисиця Андрій Валерійович, доктор біологічних наук, професор кафедри екології, географії і туризму;
8. Литвиненко Світлана Анатоліївна, доктор педагогічних наук, професор кафедри вікової і педагогічної психології;
9. Малафійк Іван Васильович, доктор педагогічних наук, професор, зав. кафедри загальної і соціальної педагогіки та управління освітою;
10. Пелех Юрій Володимирович, доктор педагогічних наук, професор; проректор з науково-педагогічної та навчально-методичної роботи;
11. Петренко Оксана Борисівна, доктор педагогічних наук, професор, зав. кафедри теорії і методики виховання;
12. Руденко Володимир Миколайович, доктор педагогічних наук, професор кафедри інформаційно-комунікаційних технологій та методики викладання інформатики;

Друкується за рішенням Вченої Ради Рівненського державного гуманітарного університету (протокол № 5 від 25 травня 2017 р.).

За достовірність фактів, дат, назв і т. п. відповідають автори статей. Думки авторів можуть не збігатись з позицією редколегії. Рукописи після рецензії не повертаються.

Адреса редакції: 33000, м. Рівне, вул. Остафова, 31. Рівненський державний гуманітарний університет

ISBN 978-966-416-187-6

© Рівненський державний гуманітарний університет, 2017

1. КАФЕДРА МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ ТА ХІМІЇ Рівненського державного гуманітарного університету – 20-ть років творчого зростання.....	3
2. ГАЛАТЮК Ю.М. Проблема детермінізму в організації творчої навчально-пізнавальної діяльності.....	9
3. ЗАССКИНА Т.М. Особливості розроблення підручників з фізики для основної та старшої школи..	13
4. ТИЩУК В.І., НЕЧИПОРУК Б.Д., СЕМЕЩУК І.Л. Методика проведення фундаментальних дослідів Франка і Герца у навчальному експерименті з фізики.....	19
5. ГОЛОВКО М.В. Проблема якості шкільного підручника як пріоритетний напрям сучасної дидактики фізики.....	30
6. ШИШКІН Г.О. Стан підготовки майбутніх учителів до технічної творчості.....	34
7. ТИЩУК В.І. Теорія й експеримент при вивченні кількісних характеристик розпаду радіонуклідів.	38
8. ВОЙТОВИЧ І.С., СЕРГІЄНКО В.П. Навчання фізики майбутніх фахівців з комп'ютерних наук...	48
9. ГОЛОВІНА Н.А., ГОЛОВІН М.Б., КОБЕЛЬ Г.П. До питання методики політехнічної освіти у курсі фізики.....	52
10. ОСТАПЧУК М.В. Методика теоретичного вивчення теми з фізики «дія магнітного поля на струм і заряди» в класах природничо-математичного профілю.....	56
11. ГАЛАТЮК Т.Ю., ГАЛАТЮК М.Ю., ГАЛАТЮК Ю.М. Застосування інформаційних технологій у процесі формування методологічної культури учнів у навчання фізики в старшій школі.....	63
12. ТКАЧЕНКО І.А. Застосування компетентнісного підходу у методичній підготовці майбутніх учителів астрономії.....	68
13. МИСЛІНЧУК В.О., БОЛБА М.Л. Методичні основи використання саморобного обладнання з астрономії.....	72
14. НЕПОРОЖНЯ Л.В. STEM–освіта як засіб розвитку природничо-наукової компетентності школярів.....	75
15. ГРИЦАЙ Н.Б. Технологія «майстерня» у методичній підготовці майбутніх учителів біології....	80
16. МЕЛЬНИК Ю.С. Особливості методики формування предметної компетентності засобами фізичних задач.....	86
17. КИРИЛЬЧУК О.С., МИСЛІНЧУК В.О. Предметна компетенція сучасного вчителя фізики основної школи.....	91
18. БІЛЕЦЬКИЙ В.В. Особливості методики національно-патріотичного виховання під час вивчення курсу фізики.....	93
19. ЗАССКИН Д.О. Принципи добору змісту курсу фізики для профільного рівня	97
20. ЛЕБЕДЬ О.О., МИСЛІНЧУК В.О. Кейс-метод як форма інтерактивного навчання фізики	101
21. ГАЛАТЮК Ю.М., ГАЛАТЮК М.Ю., ГАЛАТЮК Т.Ю. Формування узагальненого уміння розв'язувати фізичні задачі у процесі творчої пізнавальної діяльності.....	104
22. СЕМЕЩУК І.Л., ПРИХОДЧУК Ю.М., ТИЩУК В.І. Оптимізація окремих питань курсу фізики шляхом реалізації міжпредметних зв'язків.....	111
23. МАРТИНЮК О.С., ВОЙТОВИЧ Т.В. Особливості формування та оцінювання інформатичної компетентності майбутніх учителів фізики.....	115
24. СЕМЕРНЯ О.М. Дієвість як вияв професійної дії у вчителя фізики.....	120
25. ЯРОШКО І.А., ДЕРЕВЕНЧУК Р.М. Формування понять власної і домішкової провідності напівпровідників на основі зонної теорії.....	124
26. ЗИКОВА К.М. Антропний принцип при вивченні фундаментальних фізичних констант.....	128
27. ШЕВЧУК Т.М. Синергетика науки і освіти у формуванні фахової компетентності учителів фізики.....	132
28. КОСОГОВ І.Г. Фізико-технічне моделювання у навчальному процесі старшої школи.....	137
29. СПІЙ В.В. Вплив політехнічного складника предметної компетентності з фізики на професійне самовизначення школярів.....	141
30. АРЕНДАРЧУК О.Ю., ЧЕРТКОВ А.М., ТИЩУК В.І. Проектний метод у навчанні фізики.....	145
31. ПОЛІЩУК Т.П., НЕЧИПОРУК Б.Д., ТИЩУК В.І. Нова лабораторна робота з наноб'єктами для фізичного практикуму у випускному класі.....	147

32. МУЛЯР В.П., ПЕТРУК О.Ю., ПРИЙМАК Р.О. Комп'ютерні технології у проведенні демонстраційного фізичного експерименту в загальноосвітній школі.....	151
33. НАДАХОВСЬКИЙ М.М., МАЗУРЕЦЬ Я.С. Інноваційні підходи до методики вивчення квантової фізики.....	154
34. РАБОТЮК М.К., РАБОТЮК В.М. Особливості вивчення зміни агрегатних станів води.....	156
35. ФЛОРАК Н.Л., НАДАХОВСЬКИЙ М.М. Вивчення фундаментального досліду С.І. Вавілова про квантову природу світла.....	158
36. ШАРАБУРА А.О. Формування дослідницької компетентності учнів на уроках фізики.....	161
37. МАЗУРЕЦЬ Я.С., ФЛОРАК Н.Л. Вивчення фундаментальних фізичних дослідів у шкільному курсі.....	164
38. ДАНИЛЮК Р.Е. Активізація пізнавальної діяльності учнів на уроці хімії з використанням інформаційно-комунікаційних технологій.....	167

НАУКОВЕ ЕЛЕКТРОННЕ ВИДАННЯ
*Теорія та методика вивчення
природничо-математичних і технічних дисциплін*

ЕЛЕКТРОННИЙ ЗБІРНИК НАУКОВО-МЕТОДИЧНИХ ПРАЦЬ
Рівненського державного гуманітарного університету
Випуск 21

Відповідальний за підготовку збірника до видання: Тищук В.І.

Комп'ютерна верстка: Власюк В.В.

Т 59 Теорія та методика вивчення природничо-математичних і технічних дисциплін: Збірник науково-методичних праць: Рівненський державний гуманітарний університет. Вип. 21. – Рівне: Волинські обереги, 2017. – 175 с.

ISBN 978-966-416-187-6

Даний збірник науково методичних праць містить статті з актуальних проблем теорії та методики навчання природничо-математичних дисциплін, методики і техніки навчального експерименту, зокрема, шкільного фізичного експерименту, з проблем організації і проведення дослідництва учнів. У ряді праць висвітлено процес становлення експериментального методу пізнання природничих наук, зокрема показано історію становлення і розвитку фізичного експерименту.

Опубліковані матеріали можуть бути корисними для науковців, використані учителями фізиками і інших природничих дисциплін, викладачами методики фізики, студентами фізичних спеціальностей педагогічних університетів та інститутів.

УДК: 370:371:372:373:378

ББК 74.20

Видавництво не несе відповідальність за зміст, ймовірні помилки і неточності видання

Адреса редакції: 33028, м. Рівне, вул. Остафова, 31
Рівненський державний гуманітарний університет,
кафедра методики викладання фізики та хімії (тел. 22-67-75)

Підписано до друку 26.05.2017 р. Формат 60x84 1/8. Папір офсет.
Гарнітура «Times». Друк офсет. Ум. друк. арк. 22,32. Наклад 100 пр. Зам. 57.

Надруковано в друкарні видавництва «Волинські обереги».
33028 м. Рівне, вул. 16 Липня, 38; тел./факс: (0362) 62-03-97;
e-mail: oberegi@mail15.com

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єкта
видавничої справи ДК № 270 від 07.12.2000 р.

– висоту взаємодії частинки первинного космічного випромінювання (ПКВ) з ядром атома атмосфери;

– фізичні характеристики широких атмосферних злив (ШАЗ) (енергію первинної частинки, положення максимуму інтенсивності частинок в даній зливі, мольєрівський радіус електронно-фотонної компоненти ШАЗ, та ін.).

На практичному занятті з фізики корисно розділити студентів на дві групи, які змагаючись між собою розв'язують дані кейси. Викладач повинен чутливо відстежувати хід і напрямок міркувань студентів і в разі необхідності направляти їх в правильному руслі.

Досвід показує, що розв'язування даних кейсів двома групами студентів цілком вкладаються в термін однієї пари. Після розв'язування кейсів групами студентів їх слід обов'язково обговорити, згадати де студентам вже доводилося зустрічатися з подібним явищем, спільно обговорити питання і проблеми, запропоновані в кейсі. Студенти діляться один з одним своїм життєвим досвідом, оцінюють і обговорюють досвід товаришів по команді. Спільне рішення запропонованих питань, ситуацій, проблем збільшують скарбничку знань один одного. Невирішені в ході обговорення питання підштовхують студентів до пошуку нових знань через читання наукової літератури, підручника, через що знову з'являються питання до викладача, батьків. З'являється власне бажання здобувати знання і збагачувати свій життєвий досвід

Висновки. На прикладі приведених кейсів з їх допомогою студенти можуть засвоїти цілу низку фізичних знань. Дану технологію автори застосовують в своїй практиці більше 5 років. Вона дає можливість студентам зрозуміти, відчути, що фізика оточує нас у повсякденному житті, в природі. Без знань даного предмета людина не може грамотно оцінити багато ситуацій в житті, знайти правильний вихід із складних ситуацій. Складна наука перетворюється в науку життєво необхідну будь-якій людині. Студент починає розуміти, що знання з фізики піднімають його не тільки на нову сходинку його фізико-технічної освіти, а й дають можливість відчути себе культурною, грамотною людиною.

Кейсова технологія це надпредметна технологія, вона допомагає зробити навчання спрямованим на отримання і предметних, і метапредметних, і особистісних результатів, навчання відбувається на основі діяльнісного підходу, самостійної роботи студентів, характеризується наявністю мотиву, мети, оцінки результатів діяльності. Викладач та студенти є суб'єктами освітнього процесу. Такі уроки та пари виключають авторитарний стиль навчання, використовується педагогіка співробітництва і взаємоповаги. Дана технологія допомагає знаходити учням та студентам особистісний сенс досліджуваного матеріалу, а це призводить до появи мотиву навчання, тобто бажання вчитися, а це чи не головна гарантія успіху викладачів та учнів.

На жаль, застосування кейс-методу в навчанні фундаментальних дисциплін часто викликає труднощі у викладачів, тому що потребує від них створення специфічних різновидів кейсів. Це найчастіше пов'язане з відсутністю у них достатнього досвіду по створенню таких видів кейсів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Ломова Е.А. Кейс-метод в преподавании информатики как средство профессиональной ориентации и подготовки специалистов [Электронный ресурс] / Е.А. Ломова // Конгресс конференций «Информационные технологии в образовании». – 2010. – Режим доступа : <http://ito.edu.ru/2010/Troitsk/II-0-17.html>.

2. R. Bodu, H. Buzigues, N. Morin, J.-P. Pfiffelman, C. R. Ac. Sci. D275, 1731 (1972).

3. G. A. Cowan, Scientific American 235 (1), 36 (1976).

4. R. Hagemann, M. Lucas, G. Nief, E. Roth, Earth Planet. Sci. Lett. 23, 170 (1974).

УДК 371.302.2.

ГАЛАТЮК Ю.М., ГАЛАТЮК М.Ю., ГАЛАТЮК Т.Ю.

Рівненський державний гуманітарний університет

ФОРМУВАННЯ УЗАГАЛЬНЕНОГО УМІННЯ РОЗВ'ЯЗУВАТИ ФІЗИЧНІ ЗАДАЧІ У ПРОЦЕСІ ТВОРЧОЇ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Формування узагальненого уміння розв'язувати фізичні задачі є важливим завданням вивчення фізики. Рівень володіння цим умінням є одним з основних критеріїв засвоєння фізичних знань. Він

визначається тим, наскільки учень володіє загальними методами розв'язування задач. Відкриття такого методу в контексті розв'язку однієї або декількох фізичних задач є творчою пізнавальною діяльністю, яка є предметом педагогічного проектування і впровадження. Об'єктом творчої пізнавальної діяльності є творча задача. Відомо, що поняття "творча задача" є категорією суб'єктивною. Задача вважається творчою, якщо учень, який її розв'язує, не знає методу (загального алгоритму) її розв'язку [4]. Нижче розглядається методична модель організації творчої пізнавальної діяльності, метою якої є засвоєння учнями векторно-геометричного методу розв'язування задач з механіки. Зауважимо, що цей метод поки що не знайшов широкого застосування і відповідного відображення у підручниках, на відміну від альтернативного йому векторно-координатного методу.

Проблемно-змістове забезпечення діяльності

Нижче подаємо задачу, яка буде об'єктом діяльності і є творчою для учнів 9-го класу. Те, що задача є творчою, впливає з нормативної моделі її розв'язку, а також з інших, розглянутих нижче, моделей. Зазначимо, що *нормативна модель розв'язку задачі* – це запроєктований і очікуваний вчителем спосіб її розв'язку, на який зорієнтоване його керування навчальною діяльністю учнів.

Задача. На горизонтальній поверхні стола лежить брусок. Під яким кутом до горизонту потрібно прикладати силу до бруска, щоб він рухався рівномірно, а модуль цієї сили був найменшим? Коефіцієнт тертя ковзання між поверхнею стола і бруском дорівнює μ .

Можливі моделі розв'язку

Учні роблять спробу розв'язати задачу на основі відомо їм алгоритму, який представлений нижче у вигляді окремого навчального елемента-1 і відображає процедуру застосування векторно-координатного способу розв'язування задач з динаміки.

Навчальний елемент – 1. *Алгоритм розв'язування задач з динаміки векторно-координатним способом*

1. Прочитайте умову задачі.
2. Виясніть основне запитання задачі.
3. скорочений запис умови задачі.
4. Виконайте малюнок, зобразивши на ньому взаємодіючі тіла.
5. Визначить, з якими тілами взаємодіє тіло, рух якого розглядається в задачі.
6. Позначте на малюнку сили, що діють на тіло, рух якого розглядається, а також вектори швидкості і прискорення.
7. Запишіть у векторній формі рівняння руху тіла.
8. Виберіть найбільш раціональну для розв'язування систему відліку.
9. Запишіть рівняння руху в проекціях на осі координат.
10. Запишіть додаткові рівняння кінематики (якщо в цьому є необхідність) на основі аналізу умови задачі.

11. Розв'яжіть в загальному вигляді отриману систему рівнянь відносно невідомих.

12. Перевірте правильність розв'язку задачі в загальному вигляді шляхом операцій з найменуваннями величин, що входять в формули.

13. Підставте числові дані в результуючу формулу і виконайте обчислення.

Відповідно до даного алгоритму учні виконують малюнок, на якому позначають вектори сил, що діють на брусок (рис. 1). Записують другий закон Ньютона у векторній формі: $\vec{F} + \vec{F}_T + \vec{N} + m\vec{g} = 0$. (1)

Вибирають систему координат; записують векторне рівняння (1) в проекціях на координатні осі.

На вісь x: $F \cos \alpha - F_m = 0$. (2)

На вісь y: $F \sin \alpha + N - mg = 0$. (3)

Актуалізується формула для сили тертя ковзання: $F_m = \mu N$. (4)

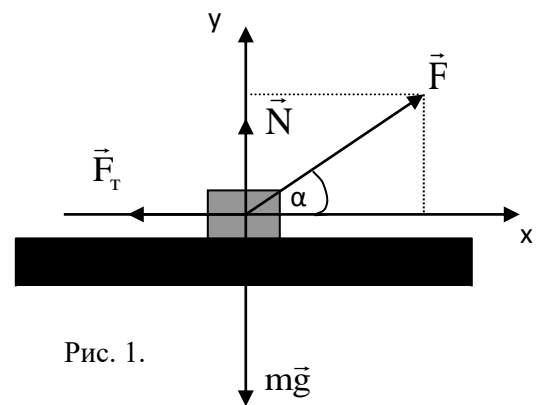


Рис. 1.

Розв'язавши систему рівнянь (2-4), учні отримують формулу, яка виражає залежність сили F від кута α :
$$F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} . \quad (5)$$

Наступний етап передбачає розв'язування підзадачі, яку можна сформулювати у вигляді запитання:

Яким має бути кут α , щоб значення виразу $\cos \alpha + \mu \sin \alpha$ було максимальним?

Ця підзадача для учня 9-го класу є творчою, а отже, основна задача також є творчою.

Тут можливі декілька варіантів розв'язку.

Варіант 1. Знаходження точки екстремуму для функції, $f(\alpha) = \cos \alpha + \mu \sin \alpha$ шляхом диференціювання. Зрозуміло, що цей варіант у 9-му класі є неприйнятним.

Варіант 2. Нехай $\mu = \operatorname{tg} \beta$, тоді $\cos \alpha + \mu \sin \alpha = \cos \alpha + \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \sin \alpha$. Помноживши на $\cos \beta$,

тримаємо:
$$\cos \beta \cos \alpha + \sin \beta \sin \alpha = \cos(\beta - \alpha).$$

Цей вираз буде набувати максимального значення при тому ж самому куті α , що і вираз $\cos \alpha + \mu \sin \alpha$. Максимальне значення $\cos(\beta - \alpha) = 1$, коли $\alpha = \beta$. Отже, $\operatorname{tg} \alpha = \mu$, а $\alpha = \operatorname{arctg} \mu$.

Варіант 3. Відмовитися від стереотипного підходу щодо розв'язку задачі і спробувати розв'язати задачу векторно-геометричним способом.

Нормативна модель розв'язку Запишемо рівняння (1) так: $m\vec{g} + \vec{R} + \vec{F} = 0$, де $\vec{R} = \vec{F}_m + \vec{N}$ (рис. 3).

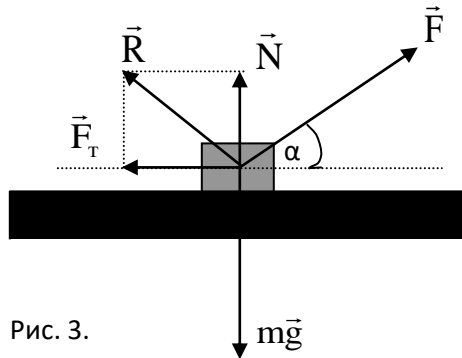


Рис. 3.

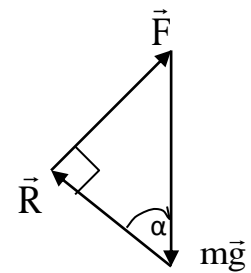


Рис. 4.

Якщо сума трьох векторів дорівнює нулю, то вони мають утворювати трикутник (рис. 4). Модуль вектора \vec{F} буде найменшим, коли цей вектор буде перпендикулярний до вектора \vec{R} . Тоді кут між векторами \vec{R} і \vec{N} (рис. 3) буде рівний шуканому куту α . А отже, $\operatorname{tg} \alpha = \frac{F_m}{N} = \frac{\mu N}{N} = \mu$, $\alpha = \operatorname{arctg} \mu$. Зауважимо, що за нормативну модель розв'язку задачі можна було б взяти варіант 2. Але це не відповідає поставленій дидактичній меті.

Процедура діяльності

Під процедурою діяльності, як правило, розуміють послідовність кроків (етапів) її виконання. Відомо, що процедура творчої діяльності в її узагальненому вигляді складається з таких етапів: отримання емпіричних фактів \rightarrow розробка моделі-гіпотези \rightarrow формулювання логічних наслідків \rightarrow експериментальна перевірка [5]. В дослідженнях з теорії і методики навчання фізики [4] показано, що даний цикл творчого пізнання частково або повністю реалізується при розв'язуванні будь-якої навчальної фізичної задачі, знаходячи в кожній конкретній задачі власну деталізацію.

Істотною ознакою процедури творчої діяльності є творча ситуація. Творча ситуація – це ситуація діалектичної невідповідності, протиріччя, яка вимагає від учнів пошуку нового методу, прийому, засобу діяльності і водночас сприяє розвитку творчих здібностей. Як правило, до творчих ситуацій відносять: дискусійні ситуації, ситуації, які вимагають оціночних, критичних суджень, передбачення, прогнозування, висунення гіпотези, інтуїтивної здогадки тощо. Творча ситуація явно або латентно включає в себе проблемну ситуацію, в основі якої лежить протиріччя, пов'язане з

неузгодженням актуальних знань, умінь і здібностей учня з тими, які необхідні для успішного вирішення цього протиріччя [1, с.38].

В даному випадку процедура діяльності є послідовністю таких кроків:

Крок 1. Ознайомлення з умовою задачі. Аналіз задачі та її ідентифікація.

Крок 2. Актуалізація адекватного способу розв'язування задачі.

Крок 3. Розв'язування задачі на основі застосування відомого алгоритму.

Крок 4. Виникнення творчої ситуації на етапі розв'язку окремої підзадачі.

Крок 5. Відмова від стереотипного підходу. Вихід за межі задачної ситуації: усвідомлення проблеми на рівні теоретичного завдання, метою якого є виявлення нового продуктивного способу досягнення цілі.

Крок 6. Оволодіння алгоритмом нового способу розв'язування задачі в процесі виконання теоретичного завдання.

Крок 7. Висунення гіпотези про можливість розв'язання задачі за допомогою нового способу.

Крок 8. Формулювання догадки у процесі розв'язку задачі новим способом.

Крок 9. Складання плану розв'язку задачі.

Крок 10. Виконання операцій, передбачених планом розв'язку.

Крок 11. Контроль правильності розв'язку.

Нижче подано евристичний засіб у вигляді окремого навчального елемента, який пропонується учням для ознайомлення у процесі розв'язування задачі.

Навчальний елемент-2. Векторно-геометричний спосіб розв'язування задач з механіки

Теоретичне завдання.

1. Уважно прочитайте текст. Проаналізуйте приклади розв'язків задач 1-4, виділіть ключові етапи розв'язку кожної задачі.

2. На основі результатів виконання пункту 1 розробіть узагальнений план (алгоритм) розв'язку задачі векторно-геометричним способом і запишіть його.

3. Скориставшись цим алгоритмом, розв'яжіть задачу 5.

Багато задач з механіки (кінематики, динаміки, статички), а також з інших розділів фізики (електростатики, геометричної оптики) можна розв'язати, скориставшись, так званим, *векторно-геометричним способом*. Цей спосіб реалізується, як правило, в ході розв'язування задач, де виконуються дії над векторними величинами і де необхідно здійснити перехід від векторних рівнянь до скалярних. Відомо, що при векторно-координатному способі це робиться шляхом запису векторних рівнянь через проекції на осі координат.

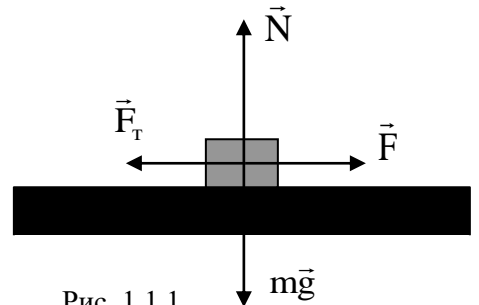


Рис. 1.1.1

Векторно-геометричний спосіб полягає у тому, що перехід від векторних рівнянь до скалярних здійснюється на основі застосування знань з геометрії: правил додавання векторів, властивостей геометричних фігур, співвідношень між сторонами і кутами у прямокутному трикутнику, теореми Піфагора, ознак подібності та рівності трикутників, теореми косинусів та синусів тощо.

Продемонструємо вищесказане на конкретних прикладах.

Задача 1. Брусок, маса якого 300 г, рухається рівномірно по горизонтальній поверхні стола під дією горизонтально напрямленої сили, модуль якої дорівнює 2 Н. Визначити коефіцієнт тертя ковзання.

Розв'язання .

$$M = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$$

$$F = 2 \text{ Н}$$

$$\mu = ?$$

1. Зобразимо вектори сил, що діють на брусок (рис. 1.1.1).

2. Запишемо другий закон Ньютона у векторній формі: $\vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_m + \vec{N} = 0$ (1.1)

3. Виконаємо дії над векторами, скориставшись правилами додавання векторів. Так як їх сума рівна нулю, то при додаванні

ці вектори утворюють прямокутник (рис. 1.1.2). Врахуємо те, що довжина вектора, зображеного на

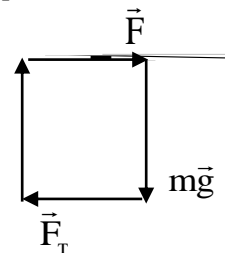


Рис. 1.1.2

малюнку, пропорційна модулю відповідної векторної величини. Тоді, на основі властивості прямокутника про рівність його протилежних сторін, можна написати такі рівняння: $F = F_T$; $N = mg$.

Доповнивши їх формулою для сили тертя ковзання $F_m = \mu N$, отримаємо: $F = \mu mg$. Звідки $\mu = \frac{F}{mg}$.

Обчислимо коефіцієнт тертя: $\mu = \frac{2H}{0,3\text{кг} \cdot 9,8 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}} \approx 0,7$. Задача розв'язана.

Задача 2. Два автомобілі на перехресті рухаються у взаємно перпендикулярних напрямках з швидкостями відповідно $v_1 = 3 \text{ м/с}$ і $v_2 = 4 \text{ м/с}$. Знайти швидкість першого автомобіля відносно другого.

Розв'язання

$$v_1 = 3 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 4 \text{ м/с}$$

$$v_{12} = ?$$

- Зробимо рисунок, на якому зобразимо ситуацію (рис. 1.1.3). Згідно з правилом додавання швидкостей: $\vec{v}_1 = \vec{v}_2 + \vec{v}_{12}$. Звідки $\vec{v}_{12} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$.

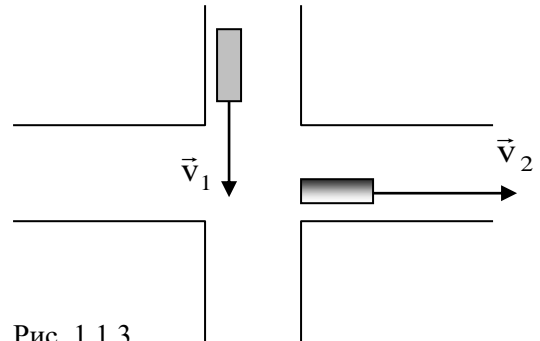


Рис. 1.1.3.

- Відкладемо вектори \vec{v}_1 і \vec{v}_2 з однієї точки і скористаємося правилом

віднімання векторів. Отриманий векторний трикутник (рис. 1.1.4) є прямокутним.

3. Скориставшись теоремою Піфагора, знайдемо модуль відносної швидкості: $v_{12} = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$.

4. Виконаємо обчислення: $v_{12} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ (м/с)}$.

Задача 3. По площині, кут нахилу якої до горизонту 30° , піднімають брусок, прикладаючи вздовж поверхні силу 2 Н. Коефіцієнт тертя між бруском і поверхнею 0,3. З яким прискоренням рухається брусок, якщо його маса дорівнює 200 г?

Розв'язання.

$$F = 2 \text{ Н}$$

$$\mu = 0,3$$

$$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$a = ?$$

- Зобразимо вектори сил, що діють на тіло, а також вектор прискорення (рис. 1.1.5).
- Запишемо другий закон Ньютона:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_m + \vec{F} = m\vec{a}. \quad (3.1)$$

- Перепишемо рівняння (3.1) так, щоб усі вектори були у лівій частині рівності:

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_m + \vec{F} - m\vec{a} = 0.$$

- Замінімо суму векторів $\vec{F}_m + \vec{F} - m\vec{a}$ вектором:

$$\vec{R} = \vec{F}_m + \vec{F} - m\vec{a}. \text{ Рівність (3.1) запишеться:}$$

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{R} = 0. \quad (3.2)$$

Так як вектори \vec{F}_m , $\vec{F} - m\vec{a}$ лежать на одній

прямій, то \vec{R} спів напрямлений \vec{F} , а модуль $R = F - ma - F_m$. (3.3)

5. Додамо вектори згідно (3.2). Векторний трикутник (рис. 1.1.6) є прямокутним. Кут між векторами $m\vec{g}$ і \vec{N} дорівнює α .

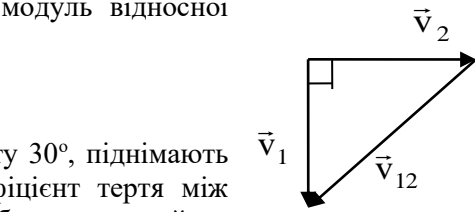


Рис. 1.1.4

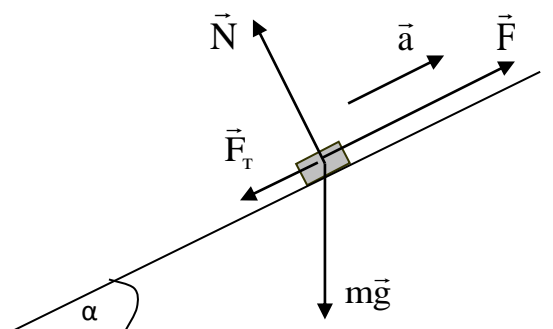


Рис. 1.1.5

6. Застосовуючи співвідношення між сторонами і кутами у прямокутному трикутнику, можна записати такі рівняння: $R = mg \sin \alpha$ (3.4) $N = mg \cos \alpha$ (3.5) \vec{R}

Перепишемо рівняння (3.3), врахувавши (3.4): $F - F_m - ma = mg \sin \alpha$. (3.6)

Врахувавши рівняння (3.5) і формулу для сили тертя

$$F_t = \mu N, \text{ перепишемо рівняння (3.6) так: } F - \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma.$$

Визначимо прискорення: $a = \frac{F - mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}{m}$.

$$\text{Зробимо обрахунки: } a = \frac{2 - 0,2 \cdot 9,8(0,3 \cos 30^\circ + \sin 30^\circ)}{0,2} \approx 2,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

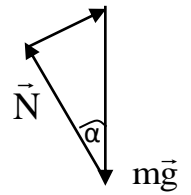


Рис. 1.1.6.

Задача 4. Кулька, підвішена на нитці, рівномірно обертається у горизонтальній площині по колу, радіус якого 0,3 м. Довжина нитки 50 см. Знайти період обертання кульки.

Розв'язання

$$r = 0,3 \text{ м}$$

$$L = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$$

$T = ?$

1. Зобразимо на малюнку вектори усіх сил, що діють на кульку (рис. 1.1.7).
2. Запишемо другий закон Ньютона: $m\vec{g} + \vec{F}_n = m\vec{a}$.
Вектор рівнодійної сили $m\vec{a}$ лежить у площині кола і напрямлений до центру. Трикутник, утворений векторами $m\vec{g}$ та $m\vec{a}$, подібний трикутнику KNO (ознака подібності трикутників за двома кутами).

3. На основі подібності трикутників можна записати таку рівність: $\frac{ma}{mg} = \frac{r}{NO}$. Так як

$$ON = \sqrt{L^2 - r^2}, \text{ то } a = \frac{gr}{\sqrt{L^2 - r^2}}. \quad (4.1)$$

Модуль доцентрового прискорення

$$a = \frac{4\pi^2 r}{T^2}. \quad (4.2)$$

Прирівнявши праві частини рівностей (4.1) (4.2),

$$\text{отримаємо: } T = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{(L^2 - r^2)^{\frac{1}{2}}}{g}}. \quad \text{Виконаємо}$$

$$\text{обрахунки: } T \approx \frac{1}{2 \cdot 3,14} \sqrt{\frac{(0,5^2 - 0,3^2)^{\frac{1}{2}}}{9,8}} \approx 0,03(\text{с}).$$

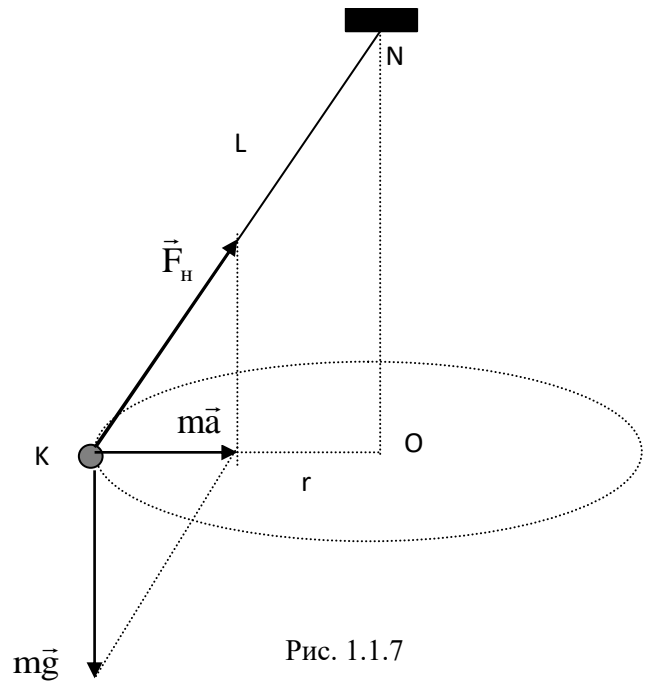


Рис. 1.1.7

Задача 5. Брусок рівномірно опускається вниз, ковзаючи по похилій площині. Кут нахилу площини до горизонту $\alpha = 30^\circ$. Визначити коефіцієнт тертя ковзання.

Нижче подано нормативну модель розв'язку задачі 5 (вона не входить до складу модуля).

Нормативна модель розв'язку задачі 5.

1. Зробимо малюнок, на якому покажемо вектори усіх сил, що діють на брусок (рис. 1.1.8).

2. Запишемо другий закон Ньютона у векторній формі: $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F} = 0$.

3. Виконаємо векторне додавання сил на малюнку.

Згідно правила додавання векторів ці три вектори мають утворювати трикутник (рис. 1.1.9). Цей трикутник буде прямокутним тому, що $\vec{N} \perp \vec{F}$. Кут між векторами $m\vec{g}$ та \vec{N} у цьому трикутнику дорівнює α .

1. На основі співвідношень між сторонами і кутами у прямокутному трикутнику, можна записати: $\frac{F_m}{N} = \operatorname{tg}\alpha$. Так як $F_m = \mu N$, то $\mu = \operatorname{tg}\alpha$. Отже, $\mu = \operatorname{tg}30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$.

Як бачимо, навчальний елемент-1 використовується для ініціювання кроку 1 і реалізації кроку 2 процедури. Навчальний елемент-2 використовується як навчальна допомога: для ініціювання кроку 5,

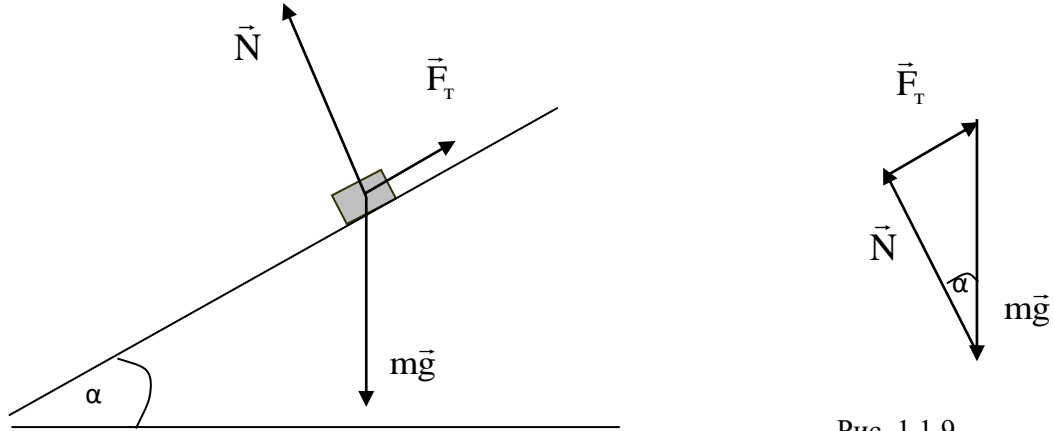


Рис. 1.1.8.

Рис. 1.1.9

для забезпечення виконання учнями кроків 6-7, а також як евристичний засіб, для реалізації кроку 9 процедури.

Умови діяльності

Щодо умов діяльності, то можливі декілька варіантів. Коротко розглянемо два з них.

Варіант 1. Майже усі вище перераховані кроки процедури виконуються учнями на уроці. В умовах нежорсткої детермінації з боку вчителя, яка реалізується у вигляді оперативної допомоги, а також шляхом самостійної роботи учнів з відповідними евристичними засобами: навчальним елементом-1 та навчальним елементом – 2. Кроки 1-2 виконуються колективно; крок 3 реалізується одним із учнів біля дошки при активній участі усього класу; кроки 4-5 виконуються шляхом активного колективного обговорення творчої ситуації; крок 6 – самостійна робота учнів над навчальним елементом-2; кроки 7-8 виконуються в умовах евристичної бесіди; кроки 9-11 виконуються учнями самостійно як домашнє завдання.

Варіант 2. Кроки 1-4 виконуються учнями вдома; кроки 5-8 колективно на уроці; кроки 9-11 самостійно вдома. Очевидно, що можливі й інші варіанти.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Андреев В.И. Диалектика воспитания и самовоспитания творческой личности: Основы педагогики творчества. – Казань: Изд-во казан. ун-та, 1988. – 236 с.
2. Галатюк Ю.М. Особливості постановки і розв'язування творчих фізичних задач // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського державного педагогічного університету: Серія педагогічні науки: Дидактика дисциплін природознавчо-математичної та технологічної освіти галузей. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський педагогічний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2000. – Вип. 6. – С. 137-142.
3. Галатюк Ю.М. Організація творчої пізнавальної діяльності учнів з фізики // Фізика. – 2004. - № 34 (226). – С. 7-19.
4. Павленко А.І. Методика навчання учнів середньої школи розв'язуванню і складанню фізичних задач: (теоретичні основи). – К.: Міжнародна фінансова агенція, 1997. – 177 с.