

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. Колупасів 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.

4. Засекіна Т.М. Розробка підручників з фізики для основної школи на засадах особистісно-орієнтованого, діяльнісного та компетентнісного підходів / Т.М. Засекіна // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць. – К.: Пед. думка, 2012. – Вип. 12. – С. 372–376.

5. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів: Фізика. 7–9 класи. – К.: Видавничий дім «Освіта», 2013. – 32 с.

6. Непорожня Л.В. Особливості розвитку науково-методичного забезпечення навчання фізики для основної школи з позицій компетентнісного підходу / Л.В. Непорожня // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць. – К.: Пед. думка, 2013. – Вип. 13. – С. 168–176.

7. Пометун О.І. Проектування шкільного підручника: вимоги і проблеми / О.І. Пометун, Н.М. Гупан // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць. – К.: Пед. думка, 2014. – Вип. 14. – С. 564–573.

8. Топузов О.М. Дидактична прогностика в контексті теоретико-методичного забезпечення створення сучасного підручника / О.М. Топузов // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць. – К.: Пед. думка, 2014. – Вип. 14. – С. 12–20.

9. Трубачева С.Е. Трансформація функцій шкільного підручника в умовах компетентнісного підходу / С.Е. Трубачева // Проблеми сучасного підручника: зб. наук. праць. – К.: Пед. думка, 2011. – Вип. 11. – С. 17–22.

References

1. Burda M. I. Kompetentnisna oriientatsiia zmistu shkilnykh pidruchnykiv z matematyky / M. I. Burda // Problemy suchasnoho pidruchnyka : zb. nauk. prats. – K. : Ped. dumka, 2014. – Vyp. 14. – S. 78–85.

2. Holovko M. V. Stanovlennia systemy vymoh do shkilnoho pidruchnyka v istorii vitchyznianoï dydaktyky fizyky / M. V. Holovko // Problemy suchasnoho pidruchnyka : zb. nauk. prats. – K. : Ped. dumka, 2012. – Vyp. 12. – S. 71–77.

3. Derzhavnyi standart bazovoi i povnoi zahalnoi serednoi osvity [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.mon.gov.ua/>

4. Zasiiekina T. M. Rozrobka pidruchnykiv z fizyky dlia osnovnoi shkoly na zasadakh osobystisno-oriientovanoho, diialnisnoho ta kompetentnisnoho pidkhdodiv / T. M. Zasiiekina // Problemy suchasnoho pidruchnyka : zb. nauk. prats. – K. : Ped.dumka, 2012. – Vyp. 12. – S. 372–376.

5. Navchalni prohramy dlia zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv: Fizyka. 7–9 klasy. – K. : Vydavnychy dim «Osvita», 2013. – 32 s.

6. Neporozhnia L. V. Osoblyvosti rozvytku naukovo-metodychnoho zabezpechennia navchannia fizyky dlia osnovnoi shkoly z pozytsii kompetentnisnoho pidkhdodu / L. V. Neporozhnia // Problemy suchasnoho pidruchnyka : zb. nauk. prats. – K. : Ped.dumka, 2013. – Vyp. 13. – S. 168–176.

7. Pometun O. I. Proektuvannia shkilnoho pidruchnyka: vymohy i problemy / O. I. Pometun, N. M. Hupan // Problemy suchasnoho pidruchnyka : zb. nauk. prats. – K. : Ped.dumka, 2014. – Vyp. 14. – S. 564–573.

8. Topuzov O. M. Dydaktychna prohnostyka v konteksti teoretyko-metodychnoho zabezpechennia stvorennia suchasnoho pidruchnyka / O. M. Topuzov // Problemy suchasnoho pidruchnyka : zb. nauk. prats. – K. : Ped.dumka, 2014. – Vyp. 14. – S. 12–20.

9. Trubacheva S. E. Transformatsiia funktsii shkilnoho pidruchnyka v umovakh kompetentnisnoho pidkhdodu / S. E. Trubacheva // Problemy suchasnoho pidruchnyka : zb. nauk. prats. – K. : Ped. dumka, 2011. – Vyp. 11. – S. 17–22.

УДК 372

ТИЩУК В.І., НЕЧИПОРУК Б.Д., СЕМЕЩУК І.І.
Рівненський державний гуманітарний університет

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДІВ ФРАНКА і ГЕРЦА У
НАВЧАЛЬНОМУ ЕКСПЕРИМЕНТІ З ФІЗИКИ

Анотація. Запропоновано модернізований підхід до вивчення фундаментальних експериментів при підготовці майбутніх вчителів фізики та розроблено методiku його реалізації на прикладі дослідів Франка і Герца.

Ключові слова: фундаментальний фізичний експеримент, логічні компоненти експерименту, досліди Франка і Герца,.

Аннотация. Предложен модернизированный подход к изучению фундаментальных экспериментов в процессе подготовки учителей физики общеобразовательной школы и разработана методика его реализации на примере опытов Франка и Герца.

Ключевые слова: фундаментальный физический эксперимент, логические компоненты эксперимента, опыты Франка и Герца.

Summary. The proposed streamlined approach to the study of the fundamental experiments in the process of training teachers of physics in secondary schools and the method of its implementation on the example of the experiments of Franck and Hertz.

Keywords: fundamental physical experiment, the logical components of the experiment, the experiments of Franck and Hertz.

Серед навчальних фізичних дослідів є ряд таких, які у свій час були поворотними пунктами, основними віхами у розвитку науки. Завдяки їм в значній мірі торувались нові шляхи у фізичній науці, започатковувались нові області, створювались нові методи досліджень, кардинально змінювалось розуміння фізичних процесів, формувалася науковий світогляд, розвивалась техніка, виробництво і т.д. Вони складають емпіричний базис сучасних фізичних теорій, експериментальну основу фізичної науки – це так звані фундаментальні фізичні досліди. Вони пов'язані з основними положеннями фізичних теорій: завдяки узагальненню і усвідомленню встановлених фактів народжувались нові гіпотези, які перевірялись експериментом. Так, підставою Дж. Кл. Максвелу для висловлення гіпотез слугували фундаментальні досліди Х. Ерстеда, А.-М. Ампера, М. Фарадея. Його гіпотези, в свою чергу, перетворились у положення загальноновизнаної теорії лише після перевірки їх наслідків у фундаментальних дослідах Генр. Герца, П. Лебедева. Таких прикладів у історії фізики є чимало, і як наслідок можна стверджувати, що фундаментальні досліди органічно пов'язані зі всіма елементами фізичних теорій, найважливішими етапами їх розвитку. Тому, опускаючи, минаючи фундаментальні досліди, неможливо з достатньою науковістю і без логічних протиріч висвітлити в шкільному курсі основи пануючих нині фізичних теорій. Це зумовлює вести мову не просто про ознайомлення учнів із фундаментальними фізичними дослідами, а про ґрунтовне їх вивчення, про розширення їх переліку, а також про можливість удосконалення методики і техніки проведення фундаментальних дослідів у навчальному фізичному експерименті.

Роль фундаментальних дослідів у розвитку фізичних знань різноманітна: а) одні з них відкрили нові області досліджень і стали першоджерелами нових фізичних теорій; б) інші підтверджували існуючі в свій час теоретичні передбачення; в) бували випадки, коли результати дослідів приходили у протиріччя з самою теорією, яка в своєму розвитку створила умови для постановки дослідів, а це призводило до виникнення нових ідей; г) в історії фізичної науки зустрічались досліди, результати яких після впорядкування та систематизації створювали реальні можливості для народження нової теорії; д) досліди, які однозначно і з достатньою точністю дозволяли встановити значення основних фізичних констант.

В залежності від наукової значущості фундаментальні досліди можна розділити на п'ять груп. 1). Досліди, які стали емпіричним базисом у встановленні, розумінні фізичних законів і у становленні наукових теорій. Досліди Г. Галілея, Р. Бойля, Е. Маріотта, Ш. Кулона, Г. Ома, Х. Ерстеда, А.-М. Ампера, О. Столетова, А. Беккереля, Е. Резерфорда. 2). Досліди, що дозволили виявити фізичні явища, які знайшли широке і різноманітне використання. Це досліди Л. Гальвані, Х. Ерстеда, Г. Марконі і О. Попова, І. Пулюя і В. Рентгена. 3). Досліди, на основі яких були розроблені нові, експериментальні методи. Метод атомних і молекулярних пучків (дослід О. Штерна), метод схрещених полів (дослід Дж. Дж. Томсона), спектроскопічний метод (досліди Р. Бунзена, Г. Кірхгофа), метод рентгеноструктурного аналізу (досліди В. Рентгена, М. Лауе), метод мічених атомів (досліди І. Жоліо-К'юрі, Ф. Жоліо-К'юрі), голографічний метод (досліди Д. Габора, Ю. Денисюка, Е. Лейта) та ін. 4). Досліди, що лежать в основі сучасного виробництва, створення

високих технологій, які дали розвиток напрямкам науково-технічного прогресу. Це досліди електромагнітної індукції, індукованого випромінювання, поділу ядер урану тощо. 5). Досліди, в яких були встановлені і розраховані фізичні константи: швидкість світла, гравітаційна стала, число Авагадро, елементарний електричний заряд, стала Планка та ін.

Ряд фундаментальних дослідів можна продемонструвати на наявному у фізичному кабінеті обладнанні, деякі – проведені учнями при виконанні фронтальних лабораторних робіт чи робіт фізичного практикуму. У всіх випадках виправдовує себе така послідовність їх розгляду: 1). З'ясовується історичний етап у розвитку фізичної науки. Повідомляються обставини, які склались на момент проведення фундаментального дослідів в тій області фізичної науки, до якої цей експеримент відноситься. Учні висловлюють свої міркування і подають пропозиції щодо проведення “вирішального” дослідів. 2). Встановлюється гносеологічна мета. Методом бесіди з'ясовується призначення і роль даного фундаментального дослідів для певної області фізичної науки. 3). З'ясовується, як розроблявся експериментальний метод, тобто як формувалась гіпотеза дослідів, як створювалось обладнання, як проводились вимірювання, як фіксувалась наукова інформація і як здійснювався аналіз результатів даного експерименту. 4). Здійснюється словесний опис ходу і умов, які супроводжували цей фундаментальний дослід. Акцентується увага учнів на з'ясуванні фізичного принципу, який реалізовано під час проведення даного експерименту. Доцільно наголосити на оригінальних ідеях вченого, а також розкрити позитивні людські риси автора фундаментального дослідів як видатної особистості. 5). З'ясовується, які здійснено узагальнення на основі результатів фундаментального дослідів. Вони необхідні для усвідомлення отриманих даних, їх значення для доповнення фізичної картини світу, а також для оцінення ролі використаних експериментальних методів у пізнання природи.

Для прикладу наведемо фундаментальний дослід, проведений Джеймсом Франком і Густавом Герцом. Ними у 1913 – 1917 р.р. була проведена низка дослідів, методика і техніка проведення яких постійно удосконалювалась. У них була віднайдена правильна інтерпретація отриманої ступінчастої кривої. Це відбулось під впливом ідей Нільса Бора, які на той час стали загальноновизнаними. При цьому вчені використовували удосконалені ними, але вже відомі в науці експериментальні установки і методики проведення експерименту, а їх ідеї, методики та установки знаходили подальший розвиток у наукових пошуках інших вчених. Так Дж. Франк і Г. Герц скористались експериментальною установкою Філіпа Ленарда, використаної ним в 1902 році для дослідження явища фотоефекту.

Для того, щоб з цих фундаментальних дослідів учні могли зробити висновок про дискретний характер зміни енергії атома, їм потрібно: 1). Встановити за графіком характер залежності анодного струму від напруги; 2). Пов'язати стрибкоподібну зміну сили струму із зміною кількості електронів, які досягли анода; 3). Зробити висновок про стрибкоподібну зміну кінетичної енергії електронів; 4). Встановити причину втрат енергії електронами в умовах даного дослідів; 5). Дослідити характер зіткнень електронів з атомами парів ртуті чи інертного газу; 6). Проаналізувати зміну енергії атома у випадку пружних і не пружних співударів; 7). Сформулювати висновок про дискретний характер зміни енергії атома.

Зрозуміло, що однієї тільки чуттєвої наочності, яка досягається при демонстрації подібного дослідів або його моделі, недостатньо для всебічного сприйняття такого роду складних і змістовних експериментів. Учні зазнають певних труднощів як у їх розумінні, так і у відтворенні при відповіді довгої і розгалуженої мережі умовисновків. Використання тут послідовності завдань допомагає учням розшифрувати інформацію, яку видають прилади, і встановити взаємозв'язок спостережуваних у дослідів явищ з досліджуваними. Вони, крім іншого, дозволяють великий за обсягом і складний за змістом фактичний матеріал розчленувати на окремі, посильні для засвоєння учнями дози, допомагають зрозуміти логіку наукового дослідів, а також будувати логічно обґрунтовану, лаконічну відповідь. Нами наведені приклади таких завдань для вивчення фундаментального дослідів Дж. Франка і Г. Герца: 1). Розгляньте на малюнках в підручнику схему і отриману в дослідів залежність сили анодного струму від напруги між катодом і сіткою. Як можна пояснити зростання сили струму на окремих ділянках і різкий спад її в деяких проміжках за умови неперервного збільшення напруги? 2). Що в цих дослідів є причиною зміни кількості електронів, які досягли анода, якщо кількість випущених катодом електронів підтримувалась незмінною? 3). Які електрони досягають анода і приймають таким чином участь у створенні анодного струму? 4). Які можливі

причини втрат енергії електронами в даному експерименті? 5). Дослідіть експериментальну криву, подану на малюнку, і обґрунтуйте, чи відбувається передача енергії атомам ртуті при зіткненні їх з електронами, якщо енергія останніх а) $0 < E < 4,9$ eВ; б) $4,9$ eВ $< E < 9,8$ eВ; в) $E = 4,9$ eВ; г) $E = 9,8$ eВ? б). Узагальніть результати попереднього завдання і виберіть з наведених нижче тверджень ті, які вірно описують характер зміни енергії атомів ртуті в дослідах Франка і Герца. А). Енергія атомів може змінюватись неперервно. Б). Зміна енергії атома носить дискретний характер. В). Енергія атомів може змінюватись на будь-яку, довільну величину. Г). Енергія атомів може змінюватись лише на цілком визначену величину. 7). Який висновок про характер зміни енергії атомів будь-якої речовини можна зробити на основі результатів фундаментального експерименту Дж. Франка і Г. Герца?

Важливу роль під час вивчення фізики відіграє фізичний експеримент, який дозволяє перевірити на практиці правильність теоретичних уявлень про фізичні явища. При підготовці майбутніх вчителів фізики повинні знайти своє відображення перш за все ті експериментальні методи, які відіграли вирішальну роль у розвитку самої науки. Наприклад метод атомних і молекулярних променів у молекулярній фізиці та електродинаміці, метод спектрального аналізу у оптиці, квантовій фізиці та астрономії, метод рентгеноструктурного аналізу у фізиці твердого тіла та ін.

Особливе значення становить фундаментальний фізичний експеримент. Серед фундаментальних фізичних дослідів є ряд таких, які у свій час були поворотними пунктами, основними віхами у розвитку науки. Завдяки їм в значній мірі торувались нові шляхи у фізичній науці, започатковувались нові області, створювались нові методи досліджень, кардинально змінювалось розуміння фізичних процесів, формувалася науковий світогляд, розвивалась техніка, виробництво і т.д. Вони складають емпіричний базис сучасних фізичних теорій, експериментальну основу фізичної науки – це так звані фундаментальні фізичні досліди.

Проблематика фізичного експерименту і його роль в процесі пізнання навколишнього світу неодноразово піднімалася у багатьох роботах [1, 4, 7, 10, 11, 15]. Важливо не просто ознайомити студентів із фундаментальними фізичними дослідями, а вести мову про ґрунтовне їх вивчення, а також про можливість удосконалення методики і техніки проведення фундаментальних дослідів у навчальному фізичному експерименті. Ознайомлення з методами наукового пізнання – один із ефективних способів підвищення інтересу до навчання. Включення методів наукового пізнання в навчальний процес дозволяє активізувати діяльність студентів, створювати на заняттях ситуації наукового пошуку і проблемного навчання.

Фізичний експеримент повинен бути пов'язаний не з пасивним спостереженням, а з активною роботою думки, яку необхідно організувати викладачу. Направляти і стимулювати навчальну та пізнавальну діяльність студентів та активізувати її, перевіряти і контролювати знання можна з допомогою завдань до експериментів, як методичного прийому вивчення останніх. Для активізації уваги, в підтриманні потрібного тону операцій мислення важливу роль відіграє логічна послідовність в постановці завдань в ході експериментальної діяльності, при цьому завдання повинні акцентувати основні логічні компоненти фундаментальних наукових експериментів:

1. Підготовчий стан (знання перевірконої гіпотези як наслідку теорії).
2. Методика дослідження.
3. Логіко-математична обробка і узагальнення результатів досліді.

Як відомо, фундаментальні наукові експерименти використовуються для обґрунтування і перевірки відповідних теорій. Доцільно встановити зв'язок експерименту і теорії через логічні компоненти експерименту, які будуть орієнтирами для студентів:

Формулювання перевірконої гіпотези як наслідку теорії → конкретизація цілі досліді → вибір способу штучного відтворення явищ → визначення ідеї експерименту → проектування експерименту (вибір методики проведення досліді) → безпосередньо досліді → логіко-математична обробка результатів досліді → формулювання висновків з досліді та їх співставлення з перевірконою гіпотезою.

Саме ціль, ідея, методика і висновки з досліді не виявляються явно в дії експериментальної установки і можуть бути усвідомлені тільки в результаті активного мислення при розв'язанні завдань до логічних компонентів експерименту. Адже чуттєво-наочна сторона експерименту, підкреслював С.Л. Рубінштейн, як би „освітлюється” смисловим логічним змістом (який підкреслюють основні

логічні компоненти експерименту) і сама є „опорним пунктом” узагальненого логічного знання. При цьому чуттєві образи включаються в комплекси суджень і умовиводів з досліду, зовні яких вони втратили б наукове значення. „Чуттєвий зміст образу стає носієм смислового змісту”.

Добре відома формула С.Л. Рубінштейна про те, що розумова діяльність в учінні в основному зводиться до процесів аналізу, синтезу, абстракції та узагальнення. Успішність навчання залежить від характеру застосовуваних вищевказаних прийомів розумової діяльності, володіння якими вносить в аналітико-синтетичну діяльність студента направленість на вирішення конкретного завдання, усвідомлену планомірність в організації розумової діяльності і логічну послідовність при підготовці та виконанні фізичного експерименту. Тому вивчення фундаментальних фізичних експериментів через призму їх основних логічних компонентів підвищує ефективність їх засвоєння та приводить до осмислення зв'язку даного експерименту з теорією.

В основі методики вивчення фундаментальних наукових експериментів лежать наступні загальнодидактичні прийоми:

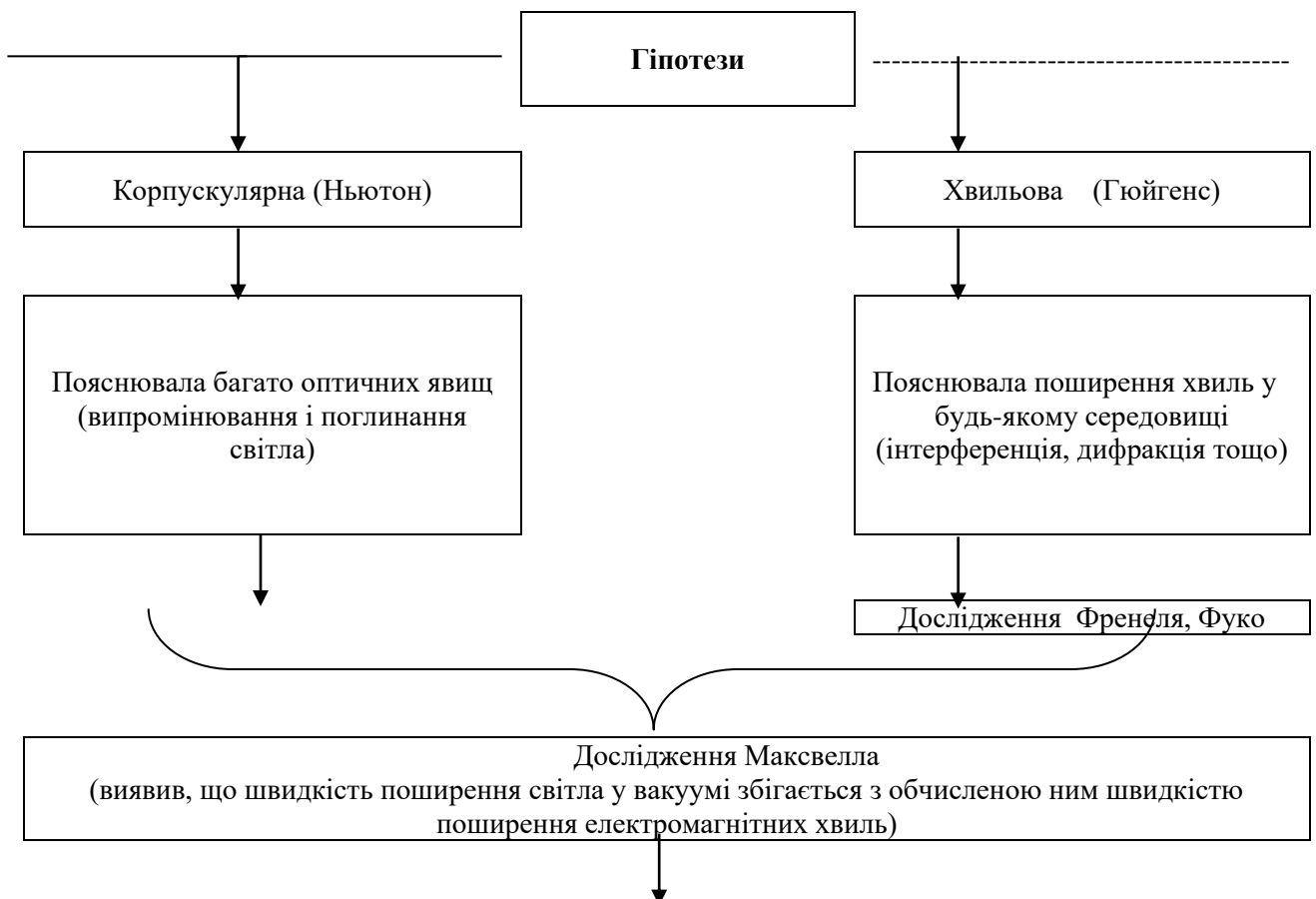
1. На початковому етапі проведення експерименту потрібно ознайомитись з процедурою опису його логічних компонентів і на конкретному фізичному експерименті показати, як вона розгортається і з яких логічних компонентів складається, використовуючи для цього відповідну схему.

2. На початковому етапі необхідно виконувати всі необхідні словесно-логічні операції у письмовому вигляді: спочатку за прикладом, а потім самостійно. З досвідом визначення основних логічних компонентів необхідні словесно-логічні операції поступово переводяться в усний план.

3. Пояснення логічних компонентів на початковому етапі повинно бути розгорнутим та фізично обґрунтованим. З досвідом повнота пояснення поступово згортається і студентам надається все більше самостійності в опису та поясненні експерименту.

4. Потрібно використовувати завдання на розпізнавання досліджуваних явищ, їх систематизацію та класифікацію.

Дослідження природи світла





Наведемо приклад системи дидактичних завдань до логічних компонентів експерименту при вивченні природи світла:

1. Які причини виникнення квантової теорії світла?
2. Спробуйте пояснити явище фотоелектру на основі хвильової теорії.
3. У 1887 році Г. Герц встановив, що під час опромінення ультрафіолетовими променями іскрового проміжку, який перебуває під високою напругою, полегшується розряд через повітря, тобто розряд виникає при такій відстані між електродами, при якій без опромінення його не буває. Яке явище він спостерігав і які властивості світла воно підтверджує: хвильові чи корпускулярні?
4. Чи є помилки в роздумах: А). Цинкову пластинку в досліді можна зарядити позитивно з допомогою ебонітової палички, зарядженої негативно. Б). Негативний заряд з пластини можна зняти, доторкнувшись до неї пальцем.
5. Які заряди вилітають з металу під дією випромінювання?
6. Який заряд мають ці частинки?
7. Поясніть, чому в описаному вище досліді під час опромінення пластинки позитивно зарядженого електроскопа його заряд не змінюється.



Рис. 1. Блочна схема вивчення фундаментального фізичного експерименту

Схематично процес вивчення фундаментального фізичного експерименту можна представити у вигляді послідовності навчально-операційних (функціональних) блоків. Поняття функціональний

блок відображає генетичні зв'язки всередині деякої групи діяльнісних актів, і його введення продиктоване вимогами діяльнісного та системного підходу при аналізі навчально-пізнавальної діяльності. Схематично блочну схему вивчення фундаментального фізичного експерименту можна представити у вигляді взаємозв'язку трьох її структурних компонентів (інформаційно-історичного, смислового та діяльнісного), які за умови реалізації, в своїй єдності відображають достатню компоненту повноцінного процесу вивчення конкретного фундаментального фізичного експерименту (рис. 1).

До інформаційно-історичної компоненти структурно-функціональної моделі вивчення фундаментального фізичного експерименту належить сукупність навчальної інформації історичного змісту, яка спонукає, мотивує, породжує та задає ритм вивчення конкретного фундаментального фізичного експерименту. Як відмічалося вище, у даному блоці доцільно звернути увагу на: історичних передумовах проведення фундаментального фізичного експерименту; особистісних характеристиках експериментатора; опису технології проведення фундаментального фізичного експерименту, тощо.

Смисловий блок функціональної моделі передбачає реалізацію діяльнісних актів спрямованих на аналіз та осмислення розглядуваного фундаментального фізичного експерименту. У даному контексті увага акцентується на обладнанні експериментатора та матеріалах, які були використані при постановці фундаментального фізичного експерименту, на основі чого робиться припущення про можливість чи неможливість його відтворення в реальних умовах і, відповідно, прогнозується подальша методика розгляду фундаментального фізичного експерименту (реальний демонстраційний чи лабораторний експеримент, модельний фізичний експеримент, комп'ютерне моделювання). Вихідний продукт реалізації даного блоку – розробка методики відтворення конкретного фундаментального фізичного експерименту.

Діяльнісний блок структурно-функціональної моделі передбачає: реалізацію методики відтворення фундаментального фізичного експерименту (у заданому режимі); з'ясування фізичного змісту розглядуваних у фундаментального фізичного експерименту явищ; аналіз впливу фундаментального фізичного експерименту на подальший розвиток науки. Слід відмітити, що зв'язок між поточною інформацією, яка надходить під час розгляду фундаментального фізичного експерименту і адекватними реакціями студента опосередковується деяким проміжним більш або менш стійким психічним утворенням, що являє собою впорядковану цілісно-розчленовану систему оперативних образів. Саме ця система забезпечує раціональний, передбачений викладачем кінцевий результат вивчення фундаментального фізичного експерименту.

Ряд фундаментальних дослідів можна продемонструвати на наявному фізичному обладнанні, деякі – можуть бути проведені студентами при виконанні самостійних досліджень. У всіх випадках виправдовує себе така послідовність їх розгляду:

1). З'ясовується історичний етап у розвитку фізичної науки. Повідомляються обставини, які склались на момент проведення фундаментального досліду в тій області фізичної науки, до якої цей експеримент відноситься. Висловлюються свої міркування і подаються пропозиції щодо проведення “вирішального” досліду.

2). Встановлюється гносеологічна мета. Методом бесіди з'ясовується призначення і роль даного фундаментального досліду для певної області фізичної науки.

3). З'ясовується, як розроблявся експериментальний метод, тобто як формувалась гіпотеза досліду, як створювалось обладнання, як проводились вимірювання, як фіксувалась наукова інформація і як здійснювався аналіз результатів даного експерименту.

4). Здійснюється словесний опис ходу і умов, які супроводжували цей фундаментальний дослід. Акцентується увага учнів на з'ясуванні фізичного принципу, який реалізовано під час проведення даного експерименту. Доцільно наголосити на оригінальних ідеях вченого, а також розкрити позитивні людські риси автора фундаментального досліду як видатної особистості.

5). З'ясовується, які здійснено узагальнення на основі результатів фундаментального досліду. Вони необхідні для усвідомлення отриманих даних, їх значення для доповнення фізичної картини світу, а також для оцінки ролі використаних експериментальних методів у пізнанні природи.

Для прикладу наведемо фрагмент навчального матеріалу, де розглядається фундаментальний дослід, який був проведений Джеймсом Франком та Густавом Герцом. Насправді була проведена

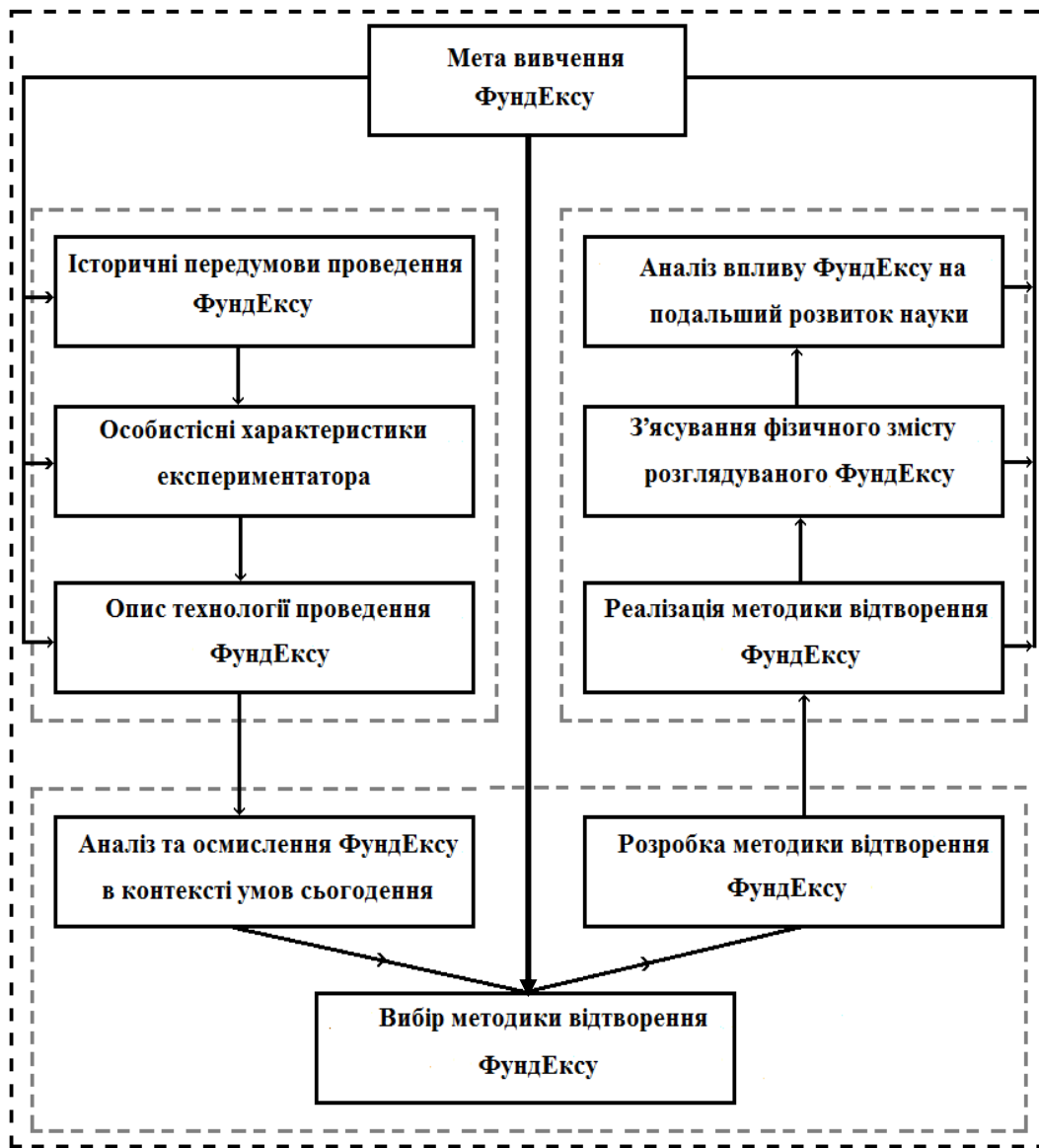


Рис. 2.2. Структурно-функціональна модель вивчення фундаментальних фізичних експериментів.

низка дослідів, розпочата в 1913 році, методика і техніка проведення яких поступово удосконалювалась. У 1917 році ними була віднайдена правильна інтерпретація отриманої ступінчатої кривої. Але це вже було отримане під впливом ідей Нільса Бора, які на той час стали загально визнаними. Зазначимо, що в навчальну літературу увійшли описи одиничних фундаментальних дослідів, які по суті є акумулюванням низки проведених вченими протягом деякого часу наукових експериментів. При цьому слід мати на увазі, що вчені, прізвища яких поєднані з описом фундаментального дослідів, використовували удосконалені ними, але вже відомі в науці експериментальні установки і методики постановки експерименту, а їх ідеї, методики та установки знаходили подальший розвиток у наукових пошуках інших вчених. Так Дж. Франк і Г. Герц скористались експериментальною установкою, яка була розвитком вже відомої в науці установки Філіпа Ленарда, використаної ним в 1902 році для дослідження явища фотоефекту. А, в свою чергу, В. Девіс і Ф. Гуше, удосконаливши метод і установку Дж. Франка і Г. Герца, увівши ще одну сітку, провели дослідження, які дозволили розрізнити потенціали збудження від іонізаційних.

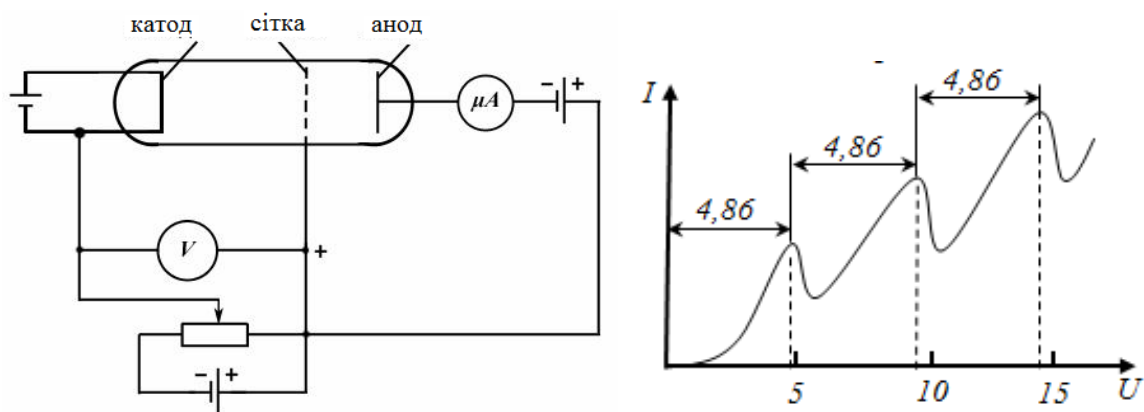


Рис. 3. Схема досліду Франка і Герца та схематична залежність струму від напруги на аноді

Для того, щоб з цих фундаментальних дослідів можна було зробити висновок про дискретний характер зміни енергії атома, потрібно було:

- 1). Встановити характер залежності анодного струму від напруги;
- 2). Пов'язати стрибкоподібну зміну сили струму із зміною кількості електронів, які досягли анода;
- 3). Зробити висновок про стрибкоподібну зміну кінетичної енергії електронів;
- 4). Встановити причину втрат енергії електронами;
- 5). Дослідити характер зіткнень електронів з атомами парів ртуті;
- 6). Проаналізувати зміну енергії атома у випадку пружних і непружних співударів;
- 7). Сформулювати висновок про дискретний характер зміни енергії атома.

Ми удосконалили установку для експериментального дослідження зміни енергії саме атомів ртуті, змогли достовірно показати, що вона носить дискретний характер. Замість тиратрона ми використали лампу з катодом прямого розжарення для вимірювання вакууму ПМИ-2 (перетворювач манометричний іонізаційний), в яку помістили тонкостінну скляну маленьку ампулу з краплиною ртуті (такі ампули поміщають у лампи денного світла для наповнення їх парами ртуті). Після відкачування повітря форвакуумним насосом, а потім дифузійним насосом досягли тиску порядку 10^{-5} мм. рт. ст. Не сильно струснувши лампу ПМИ-2 розбивали ампулу і в такий спосіб наповнювали її парами ртуті. В ролі анода використовується колектор, а в ролі сітки – анод лампи ПМИ-2. Надалі дослід в динамічному режимі проводиться за описаною в літературі методикою [5, с.46-56].



Рис. 4. Електронний іонізаційний вакуумметр

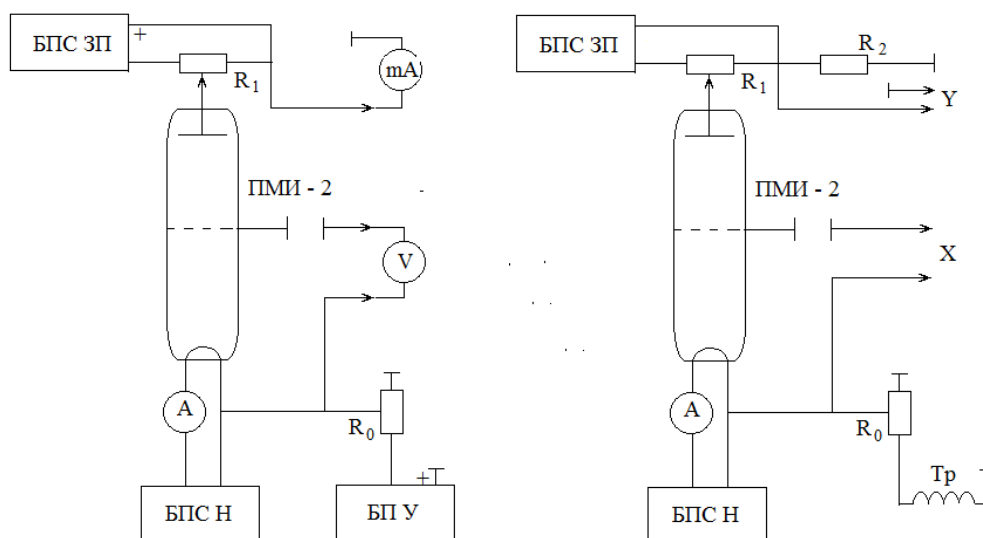


Рис. 5. Принципові схеми основного приладу для статичного та динамічного режимів вимірів

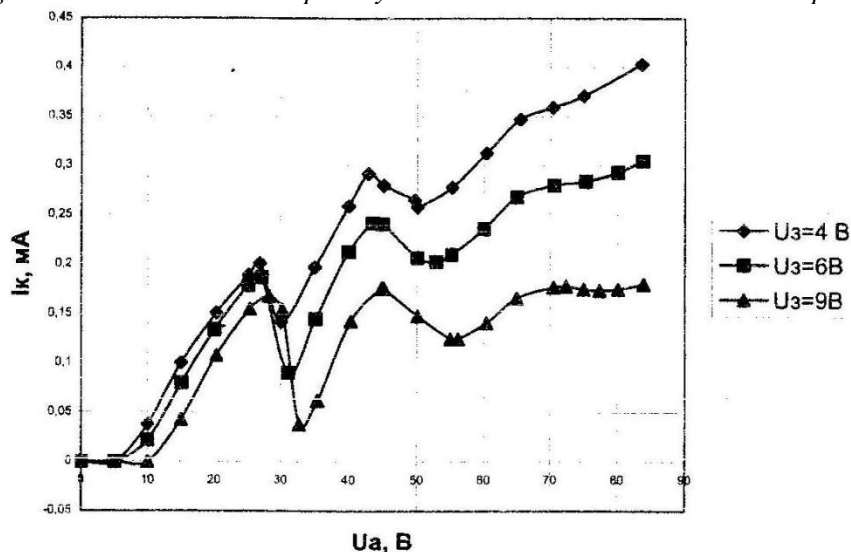


Рис. 6. Статична вольт-амперна характеристика

Зрозуміло, що однієї тільки чуттєвої наочності, яка досягається при демонстрації подібного досліду або його моделі, ще недостатньо для всебічного сприйняття такого роду складних і змістовно насичених експериментів. Учні зазнають значних труднощів як у їх розумінні, так і у відтворенні при відповіді довгої і розгалуженої мережі умовисновків. Використання в таких випадках послідовності завдань допомагає учням розшифрувати інформацію, яку видають прилади, і встановити взаємозв'язок спостережуваних у досліді явищ з досліджуваними. Вони, крім іншого, дозволяють великий за обсягом і складний за змістом фактичний матеріал розчленувати на окремі, посильні для засвоєння учнями дози, допомагають зрозуміти логіку наукового дослідження, а також планувати логічно обгрунтовану, лаконічну відповідь. Нижче наведені приклади таких завдань для вивчення фундаментального досліду Дж. Франка і Г. Герца:

1). Розгляньте на малюнках в підручнику схему і отриману в досліді Франка і Герца залежність сили анодного струму від напруги між катодом і сіткою. Як можна пояснити зростання сили струму на окремих ділянках і різкий спад її в деяких точках за умови неперервного збільшення напруги?

2). Що в цих досліді могло бути причиною зміни кількості електронів, які досягли анода, якщо кількість випущених катодом електронів підтримувалась незмінною?

3). Які електрони могли досягти анода і приймати таким чином участь у створенні анодного струму?

4). Які можливі причини втрат енергії електронами в умовах даного експерименту?

5). Дослідіть експериментальну криву, подану на малюнку, і обґрунтуйте, чи відбувається передача енергії атомам ртуті при зіткненні їх з електронами, якщо енергія останніх а) $0 < E < 4,9$ еВ; б) $4,9$ еВ $< E < 9,8$ еВ; в) $E = 4,9$ еВ; г) $E = 9,8$ еВ?

6). Узагальніть результати попереднього завдання і виберіть з наведених нижче тверджень ті, які вірно описують характер зміни енергії атомів ртуті в дослідах Франка і Герца. А). Енергія атомів може змінюватись неперервно. Б). Зміна енергії атома носить дискретний характер. В). Енергія атомів може змінюватись на будь-яку, довільну величину. Г). Енергія атомів може змінюватись лише на цілком визначену величину.

7). Який висновок про характер зміни енергії атомів будь-якої речовини можна зробити на основі результатів фундаментального експерименту Дж. Франка і Г. Герца?

ЛІТЕРАТУРА:

1. Быков В.В. Научный эксперимент / В.В. Быков. - М.: Наука, 1989. - 176 с.
2. Бугаев А.И. Методика преподавания физики в средней школе. Теоретич. основы. Учебн. пособие для студентов пед. ин-тов физ.-мат. спец. - М.: Просвещение, 1981. - 281 с.
3. Вольштейн С.Л. Фундаментальные опыты по физике в средних ПТУ / С.Л. Вольштейн, Н.И. Иванова, С.В. Позойский, В.В. Усанов. - Мн.: Выш. школа, 1982. - 176 с.
4. Воробьев В.Я. Теория и эксперимент / В.Я. Воробьев, А.Н. Елсуков - Минск: Высш. шк., 1989. - 111 с.
5. Гладун А.Д. Опыт Франка-Герца. / А.Д. Гладун, Ф.Ф. Игошин, Ю.М. Ципенюк // Физическое образование в вузах. Т.11, №3, 2005. - С. 46-56.
6. Загальна фізика. Лабораторний практикум. / За заг. ред. І.Т. Горбачука. - К.: Вища школа, 1992. - 509 с.
7. Капица П.Л. Эксперимент, теория, практика: Статьи, выступления. / П.Л. Капица. - М.: Наука, 1977. - 352 с.
8. Костюкевич Д.Я. Фундаментальные опыты по физике в школьном демонстрационном эксперименте: Дисс. ... канд. пед. наук. - Киев, 1973. - 173 с.
9. Липсон Г. Великие эксперименты в физике / Г. Липсон, пер. с англ. И.Б. Виханского и В.А. Кузьмина; под ред. к.ф.-м.н. В.И. Рыдника. - М.: Мир, 1972. - 215 с.
10. Найдин А.А. Эксперимент в структуре физической теории // Физика в школе. - 1994. - N 2. - С. 51-63.
11. Налимов В.В. Логические основы планирования эксперимента / 2-е изд., перераб. и доп / В.В. Налимов, Т.И. Голикова. - М.: Металлургия, 1980. - 152 с.
12. Пуришева Н.С. Фундаментальные эксперименты в физической науке. Элективный курс: учебное пособие / Н.С. Пуришева, Н.В. Шарова, Д.А. Исаев - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2005. - 159 с.
13. Тригг Дж. Физика XX века. Ключевые эксперименты / Дж. Тригг - М.: Мир, 1988. - 378 с.
14. Фізичний практикум, ч. II / під ред. Дущенко В.П. - К.: Вища школа, 1984. - 253 с.
15. Храмович М.А. Научный эксперимент, его место и роль в познании / М.А. Храмович - Минск: Изд-во БГУ. - 1972. - 230 с.
16. Шахмаев Н.М. Физический эксперимент в средней школе: Колебания и волны. Квантовая физика / Н.М. Шахмаев, Н.И. Павлов, В.И. Тыщук - М.: Просвещение, 1991. - 223 с.
17. Bernheim R.A., Gossard A.C., Pound R.V. Modification of the Frank-Hertz Experiment. - American Journal Physics. 24, № 9, 1956, p. 630, 631.
18. Dewdney J.W. Improvement to the Frank-Hertz Experiment. - American Journal Physics. 27, № 9, 1959, p. 645, 646.
19. Дорфман Я.Г. Всемирная история физики (с начала XIX до середины XX вв.). - М.: Наука, 1979. - 317 с.
20. Лебедев В.И. Исторические опыты по физике. Изд. 3. - М.: КомКнига, 2007. - 312 с.