

МЕТОДЫКА ВЫКЛАДАННЯ

МЕТОДЫКА ВЫКЛАДАННЯ ФІЗІКІ

Весці БДПУ. Серыя 3. 2019. № 4. С. 40–45.

УДК 53:378.147.091.32

UDC 53:378.147.091.32

**ДЭМАНСТРАЦЫЙНЫ
ЭКСПЕРЫМЕНТ– ФАКТАР
ПАСПЯХОВАСЦІ ЗАСВАЕННЯ
ТЭАРЭТЫЧНАГА ВУЧЭБНАГА
МАТЭРЫЯЛУ ПА ФІЗІЦЫ**

**DEMONSTRATION
EXPERIMENT AS A FACTOR
OF SUCCESSFUL MASTERING
OF THEORETICAL LEARNING
MATERIAL ON PHYSICS**

В. Р. Собаль,
*доктар фізіка-матэматычных навук,
прафесар, загадчык кафедры фізікі і
методыкі выкладання фізікі
Беларускага дзяржаўнага педагагічнага
ўніверсітэта імя Максіма Танка;*

V. Sobal,
*Doctor of Physics and Mathematics,
Professor, Head of the Department
of Physics and Methods of Teaching Physics,
Belarusian State Pedagogical University
named after Maxim Tank;*

Ч. М. Федаркоў,
*кандыдат педагагічных навук,
дацэнт кафедры фізікі і
методыкі выкладання фізікі
Беларускага дзяржаўнага педагагічнага
ўніверсітэта імя Максіма Танка*

Ch. Federkov,
*PhD in Pedagogics, Associate Professor
of the Department of Physics
and Methods of Teaching Physics,
Belarusian State Pedagogical
University named after Maxim Tank*

Паступіў у рэдакцыю 3.10.19.

Received on 3.10.19.

У артыкуле на прыкладзе шасці лекцыйных дэманстрацый з розных раздзелаў фізікі і вызначаных тэм паказана, што яны з'яўляюцца дыдактычным фактарам паспяховасці засваення тэарэтычнага матэрыялу па фізіцы. Пры гэтым апісваюцца характар дэманстрацый, прыборы і эксперыментальныя ўстаноўкі з канкрэтнымі параметрамі, методыка іх правядзення і ўплыў выніку эксперыменту на шматлікія асаблівасці працэсу навучання і вучэння.

Дэманстрацыйны эксперымент – гэта ў большасці выпадкаў праблемны дослед, эфектыўны сродак для пастаноўкі праблемных пытанняў, якія з'яўляюцца асновай развіваючага навучання. У метадычным дачыненні дэманстрацыі даюць магчымасць для студэнтаў (вучняў) назіраць фізічную з'яву ў больш рэальным вобразе, чым пры яго словесным апісанні або выкарыстанні камп'ютарных анімацый. У сувязі з гэтым, лекцыйныя дэманстрацыі, як фактар паспяховасці, з'яўляюцца рухаючай сілай працэсу навучання ў сістэме адукацыі.

Ключавыя словы: эксперымент, фізіка, дэманстрацыі, метады, фактар, сродак, эфектыўнасць, навучанне, вучэнне, адукацыя, з'ява, паспяховасць.

In the article, on the example of six lecture demonstrations from different sections of physics and certain topics, it is shown that they are a didactic factor in the success of the mastering of theoretical material in physics. It describes the nature of the demonstrations, devices and experimental facilities with specific parameters, methods of their implementation and the impact of the experiment on numerous peculiarities of learning and teaching processes.

Lecture demonstrations are in most cases problem experiences, an effective means for posing problem questions, which are the basis of developmental learning. Methodically, demonstrations provide an opportunity for students to observe a physical phenomenon in a more real way than when describing it verbally or using computer animations. In this connection, lecture demonstrations as a factor of progress are the driving force of the learning process in the education system.

Keywords: experiment, physics, demonstration, method, factor, means, efficiency, training, teaching, education, phenomenon, performance.

Аналіз псіхолога-педагагічнай літаратуры, розных метадычных тэорый, дыдактычных падыходаў і канцэпцый паказвае, што адным з галоўных кампанентаў

педагагічнага працэсу ў навучальнай установе выступае навучанне, якое, у першую чаргу, уключае ў сябе ўзаемаадносінны выкладчыка і навучэнца. Пры гэтым у аснове працэ-

су навучання ляжаць два віды дзейнасці: выкладанне і вучэнне.

Выкладанне ўяўляе сабой дзейнасць выкладчыка па арганізацыі навучальнага працэсу, які заключаецца ў перадачы вучню ведаў па прадмеце, правядзенні кантролю і ацэнкі іх засваення.

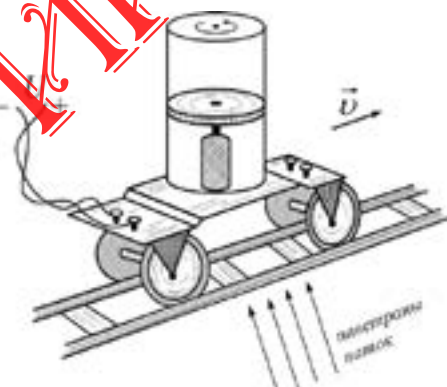
Вучэнне – гэта дзейнасць вучня па засваенні ведаў, набыцці ўменняў і навыкаў, іх прымяненне на практыцы. Пры гэтым паспяховасць засваення вучэбнага матэрыялу ўяўляе сабой шматфактарны феномен. Адным з яе фактараў з'яўляецца псіхалагапедагагічны фактар, які выступае рухаючай сілай працэсу навучання. Вопыт паказвае, што эфектыўнасць вучэння, як працэс творчага засваення ведаў, залежыць ад трох фактараў – чаму навучаюць, хто і як навучае і каго навучаюць.

Эфектыўным фактарам паспяховага засваення трывалых ведаў па фізіцы з'яўляецца не толькі фарміраванне ў навучэнцаў вучэбна-пазнавальнай самастойнасці і актыўнасці, але і прымяненне ў працэсе навучання сістэмы дыдактычных сродкаў у выглядзе навучальных дэманстрацый. Дэманстрацыя як навучальны эксперымент з'яўляецца адлюстраваннем навуковага метаду пазнання прайграваннем фізічнай з'явы, закона або заканамернасцяў з дапамогай спецыяльных прыбораў. Навучальныя дэманстрацыі па фізіцы складаюць аснову эксперыментальнага метаду навучання. Яны спрыяюць фарміраванню фізічнага мыслення ў навучэнцаў, робяць больш зразумелымі развагі выкладчыка пры тлумачэнні новага навучальнага матэрыялу, павышаюць у навучэнцаў цікавасць да прадмета. Навучальныя дэманстрацыі дазваляюць падмацаваць тэарэтычныя палажэнні, што выкладаюцца выкладчыкам, рэальнымі фізічнымі працэсамі, якія праходзяць у ходзе паказу дэманстрацыі, павысіць паспяховасць засваення вучэбнага матэрыялу, дзякуючы пераходу ад слыхавога ўспрымання да зрокавага. Дэманстрацыі, паказаныя ў ходзе выкладу новага матэрыялу, не толькі спрыяюць больш паспяховаму ўспрыманню і запамінанню вучэбнага матэрыялу, але і дазваляюць глыбей пранікнуць у сутнасць фізічных з'яў, законаў і заканамернасцяў. Таму лічаць, што навучальныя фізічныя дэманстрацыі з'яўляюцца дыдактычным фактарам, рухаючай сілай паспяховасці засваення ведаў у працэсах навучання і вучэння.

Разгледзім некалькі тэм з розных раздзелаў курса фізікі, пры вывучэнні якіх навучальныя дэманстрацыі з'яўляюцца эфектыўным

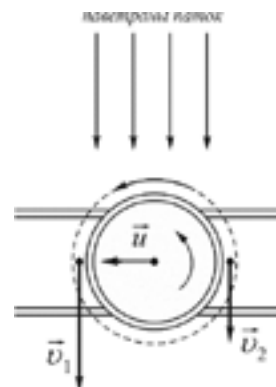
фактарам паспяховасці засваення іх тэарэтычнага зместу і фарміравання ўстойлівых навыкаў па яго ўжыванні на практыцы (рашэнне задач, выкананне лабараторных работ, напісанне курсавых і дыпломных работ).

У раздзеле «Механіка» ў параграфі «Механіка вадкасцяў і газаў» вывучаецца тэма «Пад'ёмная сіла крыла самалёта. Эфект Магнуса», сутнасць зместу якой заключаецца ў тым, што ва ўзнікненні пад'ёмнай сілы крыла самалёта пэўную ролю адыгрываюць сілы вязкага трэння. Для пацверджання гэтага сцвярдзення праводзіцца наступны эксперымент. На калясцы, якая можа рухацца практычна без трэння па гарызантальнай універсальнай рэйкавай лаве, усталяваны лёгкі цыліндр, выраблены з кардона, і можа круціцца вакол вертыкальнай восі з дапамогай электраматора, (рысунак 1). Калі на цыліндр накіраваць гарызантальны паветраны паток, які ствараецца паветранадзімалкай, перпендыкулярна рэйкавай лаве, то каляска прыйдзе ў рух.



Рысунак 1

Тлумачыцца гэты фізічны эфект наступным чынам: за кошт унутранага трэння вакол цыліндру, які верціцца з пэўнай хуткасцю, утвораюцца памежны паветраны пласт, у якім малекулы паветра, што захапляюцца цыліндрам, круцяцца разам з ім (рысунак 2).



Рысунак 2

У выніку хуткасць паветранага патоку справа ад цыліндра паменшыцца, а злева – павялічыцца. Згодна з раўнаннем Бярнулі $\frac{\rho v^2}{2} + \rho gh + p = \text{const}$ у эксперыментальнай

сістэме ўзнікне дадатковы бакавы ціск, які прывядзе каляску з цыліндрам, які круціцца, у рух з хуткасцю ў кірунку, паказаным на малюнку. Пры змене кірунку кручэння цыліндра і захаванні напрамку паветранага патоку, дадатковы ціск узнікае з другога боку цыліндра і выклікае рух каляскі ў зваротным кірунку. Узнікненне папярочнай сілы за кошт рознасці ціскаў адносна цыліндру, што круціцца, і знаходзіцца ў паветраным патоку, упершыню было апісана нямецкім фізікам Г. Магнусам у 1853 годзе і атрымала назву эфекту Магнуса.

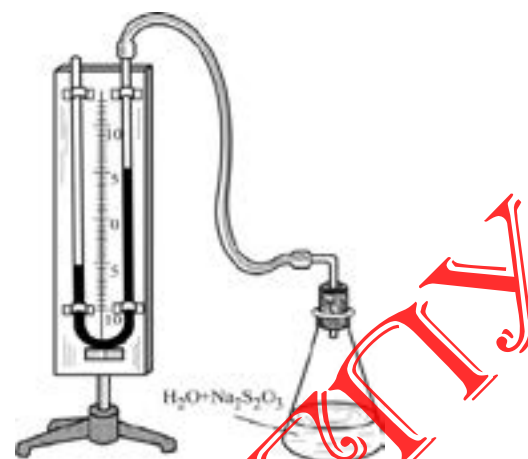
У 1926 годзе малады нямецкі інжынер А. Флетнер замяніў карабельныя ветразі ротарамі, якія круціліся ад электрычных рухавікоў, у выніку чаго было пабудавана першае ротарнае судна Вускай, у аснове руху якога ляжыць эфект Магнуса.

Такім чынам, рэальная фізічная дэманстрацыя эфекту Магнуса з дапамогай самаробнай эксперыментальнай устаноўкі павышае эфектыўнасць вывучэння навучальнага тэарэтычнага матэрыялу, з'яўляючыся аб'ектыўным фактарам паспяховасці працэсаў навучання і вучэння.

У раздзеле «Малекулярная фізіка і тэрмадынаміка» ў параграфе «Растворы» вывучаецца тэма «Цеплыня растварэння», сутнасць зместу якой заключаецца ў тым, што пры растварэнні рэчыва ў адным і тым жа растваральніку цеплыня або паглынаецца, або выпуцаецца. Гэтыя з'явы можна назіраць з дапамогай наступных дэманстрацый:

1. Астуджэнне раствора пры паглыннанні цеплыні ў працэсе растварэння.

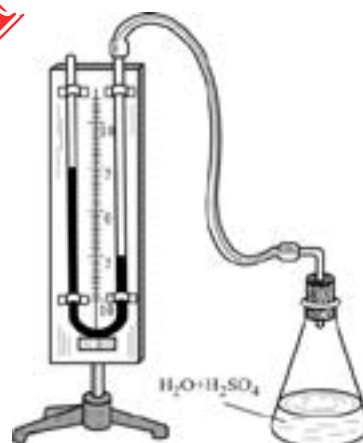
У колбу наліваюць 50 см³ летняй, да 50–60 °С, вады і закрываюць яе коркам, злучаным гнуткай гумавай трубкай з дэманстрацыйным манометрам, каб паказаць, што ўзроўні вадкасці ў яго каленах аднолькавыя. Затым корак вымаюць і насыпаюць у колбу 10 г стоўчанага гіпасульфата натрыю Na₂S₂O₃. Лёгкім боўтаннем паскараюць працэс растварэння. Устаўляюць корак і назіраюць, што ўзровень вадкасці ў правым калене манометра падымаецца (рысунк 3), ціск у колбе памяншаецца, тэмпература паніжаецца, цеплыня растварэння паглынаецца, раствор астуджаецца.



Рысунк 3

2. Нагрыванне раствора пры выдзяленні цяпла ў працэсе растварэння.

Варта ўзяць чыстую колбу, наліць у яе 50 см³ вадаправоднай вады, затым дадаць 10–15 г канцэнтраванай сернай кіслаты H₂SO₄. У ходзе рэакцыі кіслаты з вадой вылучаецца цеплыня, паветра ў колбе пашыраецца, узровень вадкасці ў правым калене манометра паніжаецца (рысунк 4).



Рысунк 4

Зувага. Абавязкова спачатку наліваць ваду ў колбу, а затым насыпаць парашок гіпасульфата. Серную кіслату ўліваць у колбу з вадой, а не наадварот.

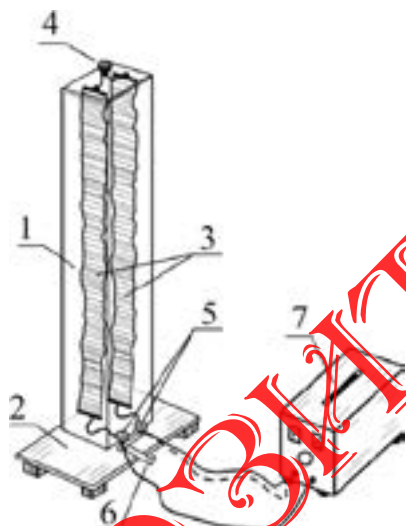
Гэтыя дэманстрацыі з'яўляюцца міжпрадметнымі (хімія, фізіка) і паказваюць цесную сувязь прыродазнаўчых навук. Сам працэс растварэння (злучэння) з'яўляецца хімічным, залежнасць параметраў раствора – фізічным. Раўнанне Мендзялеева – Клайперона

$$pV = \frac{m}{M} RT$$
 паказвае, што пры пастаянным аб'ёме газу (паветра) ціск і тэмпература ўзаемна прапарцыянальныя.

У раздзеле «**Электрадынаміка**» ў параграфу «Пастаянны электрычны ток» вывучаецца тэма «**Узаемадзеянне паралельных токаў**». Сіла ўзаемадзеяння ў вакууме двух доўгіх паралельных праваднікоў, аднесеная да адзінкі даўжыні правадніка, вызначаецца роўнасцю:

$$F = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi d}.$$

Для дэманстрацыі ўзаемадзеяння паралельных токаў аднаго кірунку (прыцягненне) і процілеглых напрамкаў (адштурхванне) прыбор (рысунк 5) сабраны ў выглядзе лага прамавугольніка (85x140x900 мм) (1), выкананага з аргшкла і замацаванага на падставе (2). Унутры гэтага празрыстага караба размешчаны дзве палоскі (3) (850x55 мм), якія праводзяць ток, выразаныя з фальгі, замацаваны ў верхняй частцы прыбора, вісяць свабодна і знаходзяцца ў ненацягнутым стане. Верхнія канцы палосак (праваднікоў) падведзены да клеммы (4), а ніжнія да клем (5), якія могуць быць злучаныя перамычкай (6).



Рысунк 5

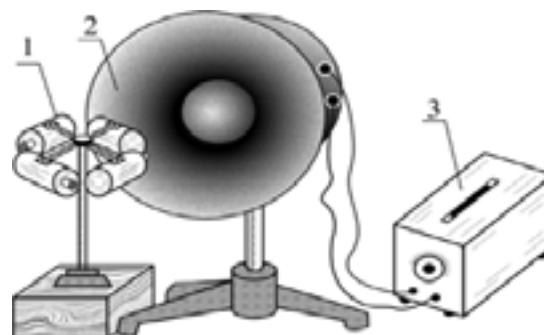
Калі ніжнія клеммы злучыць перамычкай (6) і падключыць іх да клеммы выпрамніка (7), а верхнія да іншай яго клеммы, то па праваднікам пойдуч паралельныя токі аднолькавага напрамку і будзе назірацца іх прыцягненне. Што пацвярджаецца правіламі левай рукі. Калі ж ніжнія клеммы разамкнуць і падключыць іх да выпрамніка, то па праваднікам пойдуч токі процілеглых напрамкаў і яны будуць адштурхоўвацца.

Дадзены эксперымент наглядна паказвае магнітнае ўзаемадзеянне паралельных токаў, з'яўляючыся наглядным фактарам павышэння ступені зацікаўленасці вучняў у больш глыбокім вывучэнні гэтай з'явы, заканамер-

насці якой былі эксперыментальна ўстаноўлены А. Амперам яшчэ ў 1820 годзе.

Такім чынам, нагляднасць рэальнай дэманстрацыі фізічнай з'явы з'яўляецца стымулам зрокавага запамінання і канцэнтрацыі ўстойлівай увагі да тлумачэння выкладчыкам тэарэтычных палажэнняў, якія характарызуюць дадзеную з'яву.

У раздзеле «**Ваганні і хвалі**» ў параграфу «**Акустыка**» вывучаецца тэма «**З'ява рэзанансу**». Вельмі нагляднай і цікавай у гэтым выпадку з'яўляецца дэманстрацыя кручэння акустычнага рэактыўнага кола, якое уяўляе сабой круцёлку з рэзанатарамі Гельмгольца. Рэзанатары вырабляюць з тонкай фальгі ў выглядзе цыліндраў даўжынёй 50 мм, дыяметр асновы 30 мм, у якой маецца адтуліна дыяметрам 8 мм, у якую ўстаўляецца трубачка даўжынёй 25 мм, вырабленая з фальгі. Круцёлка складаецца з лёгкага крыжа, да канцоў якога прымацаваныя чатыры рэзанатары, адтуліны трубачак якіх накіраваныя ў адзін бок. У цэлым, эксперыментальная ўстаноўка для назірання з'явы рэзанансу, узнікаючага пры супадзенні гукавой частаты ω з уласнай частатой ω_0 акустычнага кола, складаецца з рэактыўнага акустычнага кола (1), змешчанага ў гукавое поле, дынаміка (2) магутнасцю 50 Вт і гукавога генератара (3) (рысунк 6). З дапамогай гукавога генератара змяняюць частату гуку, які выходзіць з дынаміка і пры роўнасці $\omega = \omega_0$ назіраюць кручэнне акустычнага кола, прычынай якога з'яўляецца пандэраматорнае дзеянне гукавых хваль. Пры частотах $\omega < \omega_0$ або $\omega > \omega_0$ кручэнне рэактыўнага кола не назіраецца.



Рысунк 6

Пастаноўка такой дэманстрацыі дапамагае навучэнцам не толькі ўдакладніць умову рэзанансу, але і назіраць яго ва ўмовах рэальнага часу. Яна як фактар, які раскрывае сутнасць з'явы рэзанансу з практычнага (глядзельнага) боку, з'яўляецца адной з умоў,

якія спрыяюць больш глыбокаму разуменню і запамінанню фізічнай з'явы.

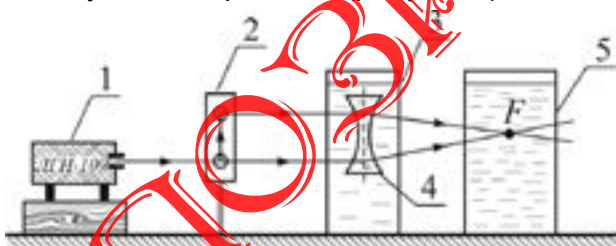
У раздзеле «**Оптыка**» ў параграфі «Геаметрычная оптыка» вивучаецца тэма «Лінзы». У выніку славеснай падачы вучэбнага матэрыялу навучэнцам гаворыцца, што сферычныя лінзы бываюць двух тыпаў: якія збіраюць і расейваюць. Іх аптычная сіла вызначаецца наступнай роўнасцю:

$$D = \left(\frac{n_l}{n_{cp}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right).$$

Знакі ў радыусаў крывізны вызначаюцца наступным правілам: радыус крывізны лічыцца станоўчым, калі святло падае на выпуклую паверхню, і адмоўным, калі святло падае на ўвагнутую паверхню. З формулы вынікае, што адна і тая ж лінза можа быць і як збіраючая і расейваючая ў залежнасці ад уласцівасцяў асяроддзя, у якім яна знаходзіцца.

Калі $n_l < n_{cp}$, то збіральная лінза выконвае ролю расейвальнай, а расейвальная – ролю збіральной. Гэтую ўласцівасць сферычных тонкіх лінзаў можна паказаць навучэнцам з дапамогай паветраных лінзаў, якія не ўплываюць на паралельнасць светлага пучка ў паветры.

Эксперыментальная ўстаноўка складаецца з лазера ЛГН-109 (1), які з'яўляецца крыніцай манахраматычнага святла, дзельніка прамяня (2), пасудзіны (3), у якой можна ствараць асяроддзе рознай аптычнай шчыльнасці, паветранай лінзы (4) і пасудзіны (5) з каламутным асяроддзем (рысунк 7).



Рысунк 7

Калі посуд (3) запоўніць вадой і змясціць у яго расейвальную паветраную лінзу, то ў пасудзіне (5) будзем назіраць сыходжанне прамянеў у кропку F, якая з'яўляецца станоўчым фокусам гэтай лінзы.

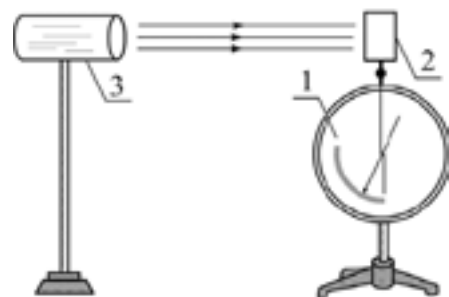
Дадзеная дэманстрацыя паказвае, што рэальная фізічная ўстаноўка здольная раскрыць сутнасць тэарэтычнага зацвярджэння непасрэдна ў вучэбнай аўдыторыі і даць магчымасць навучэнцам назіраць змяненне ўласцівасцяў аптычных лінзаў. Гэты дыдак-

тычны фактар з'яўляецца істотнай акалічнасцю ў працэсе разумення прыроды фізічнай з'явы, яе запамінання і магчымасці паўтарэння ў працэсе асабістай працы.

У раздзеле «**Квантавая фізіка**» ў параграфі «Вонкавы фотаэфект» вивучаецца тэма «Вырыванне электронаў з паверхні металу». Упершыню назіраў гэтую з'яву ў 1888 годзе нямецкі фізік-эксперыментатар В. Гальвакс. Ён выявіў, што пры апрамяненні металу караткахвалевым ультрафіялетавым выпраменьваннем метал губляе адмоўны зарад. У 1905 годзе А. Эйнштэйн даў тэарэтычнае абгрунтаванне гэтага эфекту як фотаэфекту, напісаўшы раўнанне, якое з'яўляецца прыватным выпадкам закона захавання і ператварэння энергіі:

$$h\nu = A_{\text{вых.}} + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}.$$

Назіраць вырыванне электронаў з паверхні металу можна з дапамогай наступнай эксперыментальнай устаноўкі (рысунк 8), якая складаецца са стрэлчнага электрметра (1), да галоўкі якога мацуецца амальгаміраваная цынкавая пласцінка (2), ртутна-кварцавай шаравой крыніцы святла (ЛРШ) (3), якая стварае выпраменьванне павышанай інтэнсіўнасці ў ультрафіялетавай вобласці, што падае на цынкавую пласцінку. З дапамогай эбанітавай палачкі надаюць пласцінцы адмоўны зарад, уключаюць крыніцу святла і па руху стрэлкі электрметра назіраюць хуткае памяншэнне зараду пласцінкі. Калі ж пласцінцы з дапамогай шкляной палачкі надаць станоўчы зарад і асвятліць яе, то зарад пласцінкі не змяняецца. Гэта сведчыць аб тым, што менавіта пад дзеяннем выпраменьвання з пласцінкі вырываюцца электроны.



Рысунк 8

Дэманстрацыя дае магчымасць выкладчыку ўключыць у тлумачэнне новага матэрыялу элементы праблемнасці, якія ўваходзяць у структуру развіваючага навучання. Наву-

чэнцы пры гэтым праяўляюць творчую самастойнасць у адказах на пастаўленыя пытанні, звязаныя з ходам дэманстрацыі і яе вынікам. У сваю чаргу праблемнае навучанне з'яўляецца тым фактарам, які забяспечвае паспяховасць навучання і глыбокага разумення сутнасці фізічнай з'явы.

Такім чынам, мы бачым, што лекцыйныя дэманстрацыі наглядна і падрабязна тлумачаць фізічныя працэсы, якія ўзнікаюць пры іх правядзенні. Яны з'яўляюцца эфектыўным дадаткам да славеснага тлумачэння выкладчыкам тэарэтычнага матэрыялу і дыдактычнай умовай стварэння творчай абстаноўкі на занятках. Дэманстрацыі па фізіцы не толькі спрыяюць вывучэнню новага навучальнага

матэрыялу, але і садзейнічаюць набыццю практычных уменняў і навыкаў па працы з фізічнымі прыборамі і эксперыментальнымі ўстаноўкамі. Навучальныя дэманстрацыі – неабходны фактар нагляднага навучання, які з'яўляецца адным з найважнейшых метадычных прыёмаў, магутным актывізатарам вучэбнай дзейнасці, яны дапамагаюць выкладчыку дасягнуць высокіх вынікаў у навучанні, а вучню ў вучэнні.

Дэманстрацыйны эксперымент па фізіцы – гэта фактар паспяховасці засваення навучэнцамі тэарэтычнага вучэбнага матэрыялу, павышэння ўзроўню матывацыі да вучобы і набыцця стабільных і трывалых ведаў па прадмеце.

ЛІТАРАТУРА

1. Собаль, В. Р. Лекцыйныя дэманстрацыі – эфектыўны сродак больш глыбокага разумення сутнасці вивучаемага матэрыялу па фізіцы / В. Р. Собаль, Ч. М. Федаркоў // Весті БДПУ. – № 2(100). – 2019. – С. 21–26.
2. Арыгінальныя лекцыйныя дэманстрацыі па фізіцы / В. Р. Собаль і [інш.] // Весті БДПУ. – №2(96). – 2018. – С. 33–36.
3. Собаль, В. Р. Некаторыя метадычныя асаблівасці дэманстрацыйнага фізічнага эксперыменту як метада навучання / В. Р. Собаль, В. А. Бондар, Ч. М. Федаркоў // Весті БДПУ, №4(94). – 2017. – С. 18–22.
4. Цветанский, А. Л. Демонстрационный эксперимент на лекциях по общей физике / А. Л. Цветанский, А. И. Слободской, А. А. Полев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 4–3. – С. 576–580.
5. Бирина, О. В. Понятие успешности обучения в современных педагогических и психологических теориях / О. В. Бирина // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8–2. – С. 438–443.
6. Смирнов, С. Д. Психологические факторы успешного обучения студентов в вузе / С. Д. Смирнов // Психология обучения и экология образовательной среды: тезисы междисциплинар. науч.-практ. конф., – М.: Современный гуманитарный университет, 2013. – 358 с.
7. Юрк, О. Д. Лекционные демонстрации по физике: учеб. пособие / О. Д. Юрк. – Оренбург, 2011. – 298 с.
8. Лекционные демонстрации по физике / М. А. Грабовский [и др.] – М.: Наука, – 1972. – 642 с.
9. Лекционные демонстрации по физике / М. А. Грабовский [и др.]; под ред. В. И. Ивероновой. – М.: Наука. – 1965. – 572 с.

REFERENCES

1. Sobal', V. R. Lekcyjnyya demanstracyi – efektyŭny srodak bol'sh glybokaga razumennya sutnasci vyyuchaemaga mater'yalu pa fizicy / V. R. Sobal', Ch. M. Fedarkoŭ // Vesci BDPU. – № 2(100). – 2019. – S. 21–26.
2. Aryginaŭnyya lekcyjnyya demanstracyi pa fizicy / V. R. Sobal' i [insh.] // Vesci BDPU. – №2(96). – 2018. – S. 33–36.
3. Sobal', V. R. Nekatoryya metadychnyya asablivasci demanstracyjnaga fizichnaga eksperymentu yak metoda navuchannyya / V. R. Sobal', V. A. Bondar, Ch. M. Fedarkoŭ // Vesci BDPU, №4(94). – 2017. – S. 18–22.
4. Cvetyanskij, A. L. Demonstracionnyj eksperiment na lekcijyah po obshchej fizike / A. L. Cvetyanskij, A. I. Slobodskoj, A. A. Polev // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. – 2017. – № 4–3. – S. 576–580.
5. Birina, O. V. Ponyatie uspešnosti obucheniya v sovremennyh pedagogičeskikh i psihologičeskikh teoriyah / O. V. Birina // Fundamental'nye issledovaniya. – 2014. – № 8–2. – S. 438–443.
6. Smirnov, S. D. Psihologičeskie faktory uspešnogo obucheniya studentov v vuze / S. D. Smirnov // Psihologiya obucheniya i ekologiya obrazovatel'noj sredy: tezisyy mezhdiscipl. nauch.-prakt. konf., – M.: Sovremennyj humanitarnyj universitet, 2013. – 358 s.
7. Yurk, O. D. Lekcionnye demonstracii po fizike: ucheb. posobie / O. D. Yurk. – Orenburg, 2011. – 298 s.
8. Lekcionnye demonstracii po fizike / M. A. Grabovskij [i dr.]. – M.: Nauka. – 1972. – 642 s.
9. Lekcionnye demonstracii po fizike / M. A. Grabovskij [i dr.]; pod red. V. I. Iveronovoj. – M.: Nauka, 1965. – 572 s.