

### *Разынка дэманстрацыйнага эксперыменту*

Вядома, што ўспрыманне знешняга свету пачынаецца з жывога сузірання з'яў, і нішто так не спрыяе разняволенню мыслення, як назіранне прыроднай з'явы ў спецыяльна створаных варунках у фізічным кабінете. Перш чым растлумачыць прыродную з'яву і прычыны яе ўзнікнення, трэба спачатку яе выявіць сярод разнастайных праяў прыроды як навуковы факт. Таму першым этапам вывучэння фізікі, як асноўнай прыродазнаўчай навукі, і ёсць назіранне. У гэтай якасці паўстае *дэманстрацыйны* эксперымент, які з'яўляецца адным са складнікаў навучальнага фізічнага эксперыменту і уяўляе сабою прайграванне фізічных з'яў на дэманстрацыйным стале настаўніка з дапамогай адмысловых прыбораў. Ён не толькі з'яўляецца ілюстрацыйна-эмпірычным метадам у навучанні і адыгрывае ў фізіцы ролю крыніцы ведаў і крытэрыя іх сапраўднасці, але і знаёміць вучняў з эксперыментальным метадам спазнання ў фізіцы, фарміруе навуковы светапогляд і некаторыя эксперыментальныя ўменні: назіраць з'яву, высюваць гіпотэзы, аналізаваць вынікі, усталёўваць залежнасці паміж фізічнымі велічынямі, рабіць вывады і г.д., а таксама дае настаўніку магчымасці для арганізацыі паўнаўдаснай навучальна-пазнавальнай дзейнасці. Дэманстрацыйны эксперымент спрыяе нагляднаму ўспрыняццю вучэбнага матэрыялу, яго разуменню і запамінанню, падвышае цікаўнасць і цікавасць да вывучэння фізікі.

Дэманстрацыя фізічнай з'явы часта прысутнічае на маіх уроках, і я заўсёды намагаюся максімальна выкарыстаць яе развіваючы патэнцыял, прыдумваючы пры яе аналізе для вучняў розныя пытанні кшталту: - ***а што было б калі б ....?*** Такія пытанні прымушаюць вучняў шукаць адказ у новай незнаёмай сітуацыі, што адпавядае іх працы на творчым узроўні.

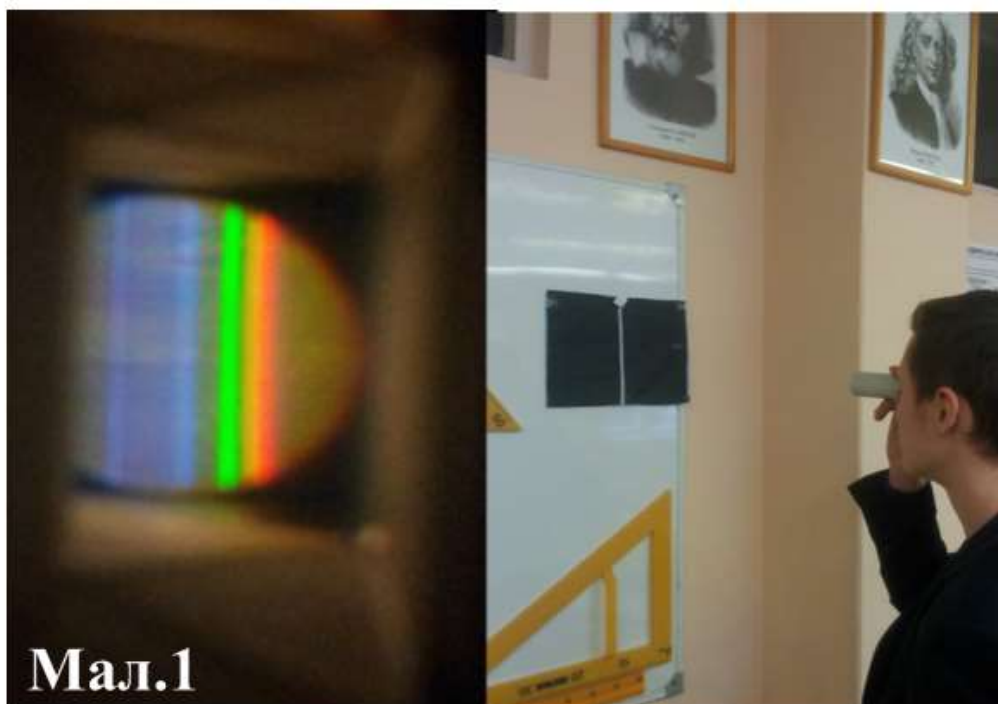
За апошнія два гады ў школы рэспублікі паступіла многа новых кабінетаў фізікі, на чынне якіх дазваляе выканаць практычную частку ўсёй школьнай

праграмы як у фармаце дэманстрацыйнага, так і лабараторнага і, нават, даследчага эксперыменту. Але не сакрэт, што большасць школ не ў стане яе паўнаватасна ажыццявіць, бо яшчэ з савецкіх часоў зведвае голад на фізічнае абсталяванне.

У гэтым артыкуле я хачу падзяліцца некаторымі парадзімі, як мінімальнымі сродкамі можна ажыццявіць на ўроку дэманстрацыйны эксперымент і максімальна выкарыстаць яго развіваючую ролю.

### *1. Лабараторная работа “Назіранне суцэльнага і лінейчастага спектраў” (11 кл.)*

Правесці гэтую работу можна і без газавых трубак, якія мала дзе захаваліся, але і без бязглуздай перамалёўкі спектраў з каляровых малюнкаў падручніка. Спектр хаця б раз у жыцці трэба ўбачыць на свае ўласныя вочы, каб можна было далей паспяхова вывучаць квантавую фізіку. Для правядзення работы трэба мець хаця б адну прызму прамога бачання, каб усім вучням класа па чарзе даць магчымасць назіраць суцэльны і лінейчасты спектры і

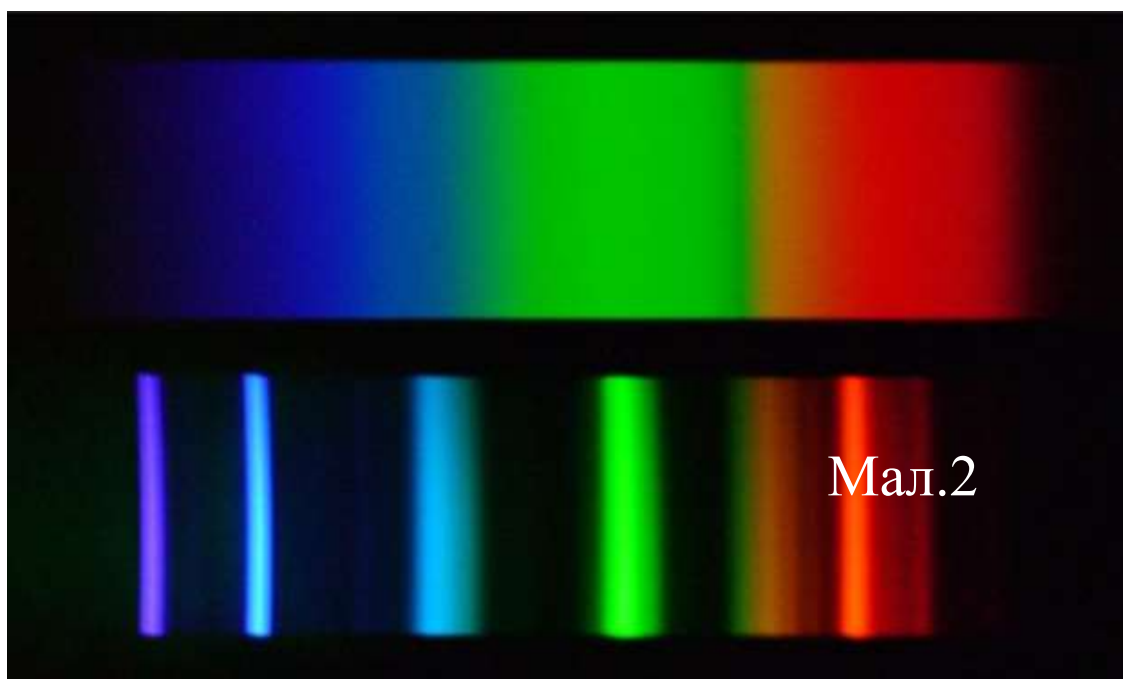


паўнаватрасна выканаць работу. Спектр назіраецца ў адбітым святле пры разглядзе праз прызму прамога бачання тонкай (3-4 мм) белай папяровай палоскі, наклеенай на чорны аркуш капіравальнай паперы. (Мал.1).

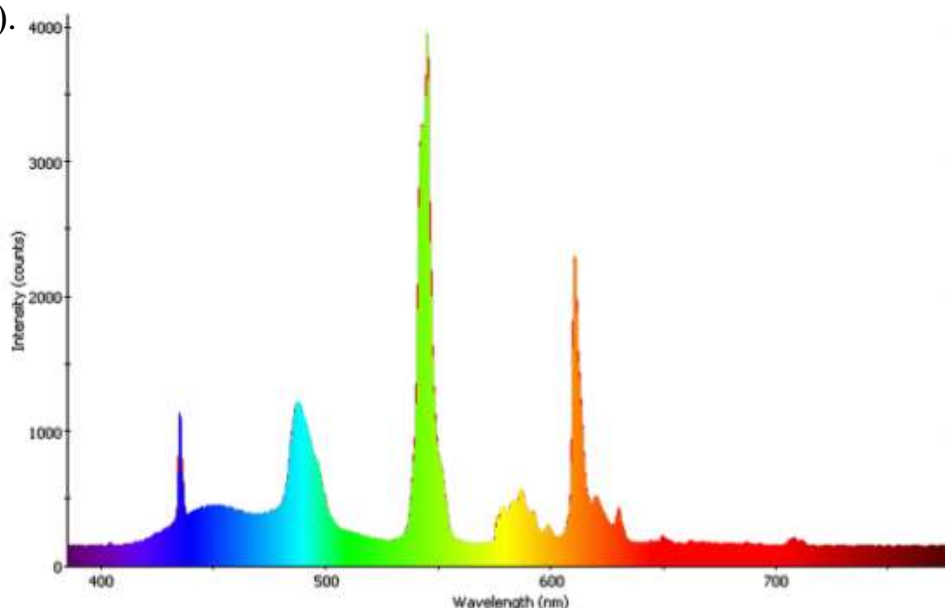
Такую “прыладу” настаўнік можа зрабіць нават на перапынку перад урокам за некалькі хвілін. Аркуш мацуецца на добра асветленай сцяне кабінета насупраць акна, і назіранне белай палоскі адбываецца з блізкай (1 м) адлегласці праз прызму прамога бачання. Калі сцяна добра асветлена дзённым сонечным святлом, на чорным фоне тонкая белая лінія расцягваецца ў яркі суцэльны спектр.

Праверыўшы парадак размяшчэння усіх сямі колераў спектра, вучань можа зараз жа параўнаць спектр сонечнага святла са спектрам лямпачкі напальвання, якая павінна гарэць у гэты час на сталі настаўніка. Калі дослед праводзіцца ў цёмны час сутак, то можна абмежавацца лямпачкай напальвання, назіраючы яе праз прызму здалёк, на адлегласці 5-6 м. Пры гэтым трэба выключыць лампы дзённага святла, каб іх спрамяненне не ўплывала на спектр.

Назіранне лінейчастага спектра таксама робіцца ў адбітым ад белай палоскі святле, толькі пры гэтым трэба зацягнуць вокны кабінета і выключыць усе лампы напальвання. Асвятленне кабінета цяпер павінна ажыццяўляцца толькі лямпамі дзённага святла, што на першы погляд знешне нічога не змяняе.



Але пры назіранні праз прызму прамога бачання спектра святла энэргазберагаючых ламп, адбітага ад той жа белай папяровай палоскі, вучань адразу заўважае розніцу: ён бачыць усяго 5-6 ліній аптычнага дыяпазону (Мал.2).



*Спектр энэргазберагаючай ртутнай лампы*

Канешне гэта не ёсць спектр разрэджанага атамарнага газу, а толькі спектр люмінафора, нанесенага на ўнутраную паверхню шклянай колбы лампы, які якраз у гэтым хвалевым дыяпазоне перавыпраменьвае энэргію паглынутага ультрафіялетавага святла ртутці. Але вучань на свае вочы ўбачыць, што спектры бываюць розныя, і далейшае іх вывучэнне для яго ўжо ня будзе нейкай абстракцыяй, а будзе мець трывалы падмурак – досвед уласнага назірання. Ён можа яго ўжо свядома, як і суцэльны, намаляваць у сшытку для лабараторных работ, а пасля, ужо не так бязглузда, перамаляваць і лінейчастыя спектры гелія і вадарода з каляровых малюнкаў падручніка.

У якасці паглыбленага аналізу доследа можна запытацца: - **якія колеры ёсць асноўнымі для зрокавага ўспрыняцця белага святла** і падвесці вучняў да разумення адытыўнай каляровай мадэлі RGB (red-green-blue).

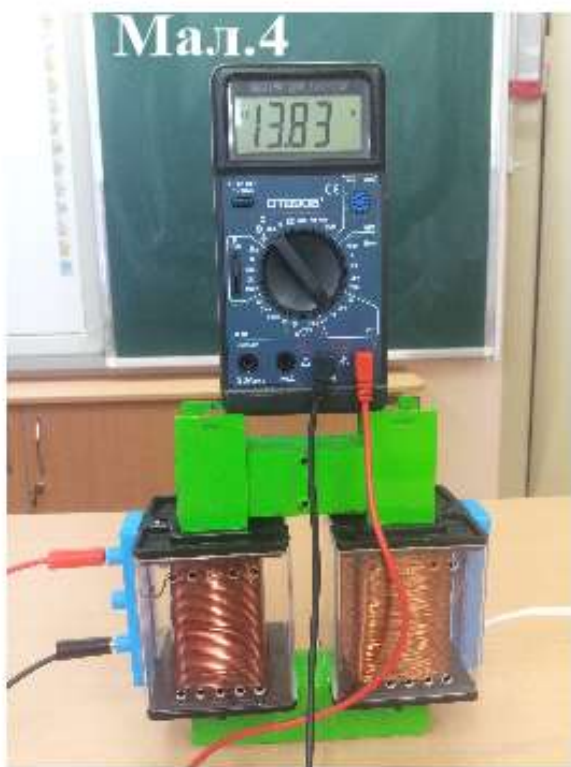
2. *Трансфарматар, з'ява і закон электрамагнітнай індукцыі, самаіндукцыя (дэманстрацыйны эксперымент, 10 кл.)*

Гэтая прылада, у камплект якой уваходзіць першасная і другасная шпулі, магутны разборны сталёвы сардэчнік, алюмінавае і латуннае кольца, шпуля з лампачкай, нізкавольтная другасная шпуля для дэманстрацыі электразваркі (Мал.3), павінна была захавацца ў большасці школ якраз таму, што амаль не выкарыстоўваецца. І абсалютна незаслужана.



Часта настаўнікі проста баяцца мець справу з моцным токам і напружаннем 220 В, таму гэтая фанерная цяжэлая скрыня гадамі пыліцца ў шафах фізічнай лабаранцкай. Насамрэч працаваць з гэтай прыладай бяспечна, лёгка і цікава, і галоўнае ніколі не забываць, **што ўключэнне першаснай абмоткі ў сетку 220 В магчыма толькі з надзетым у яе сардэчнікам**, які зрушвае фазу ваганняў току адносна напружання і забяспечвае індуктыўнае супраціўленне. Інакш яна згарыць, як звычайны рэзістар з малым актыўным супраціўленнем. Але выкарыстоўваць гэтую прыладу можна ў цэлым шэрагу тэмаў, і нават больш эфектыўна, чым па прамым прадзначэнні - як трансфарматар.

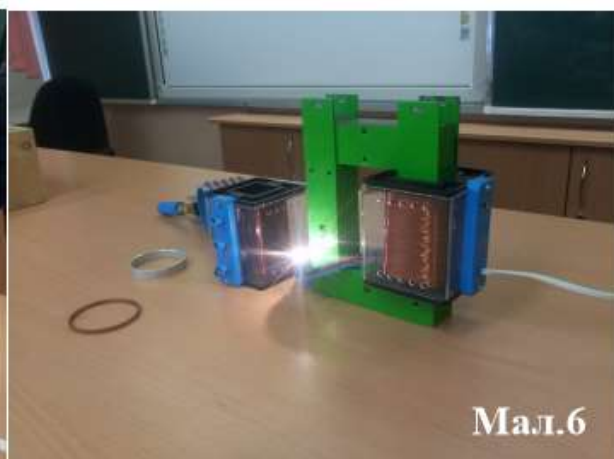
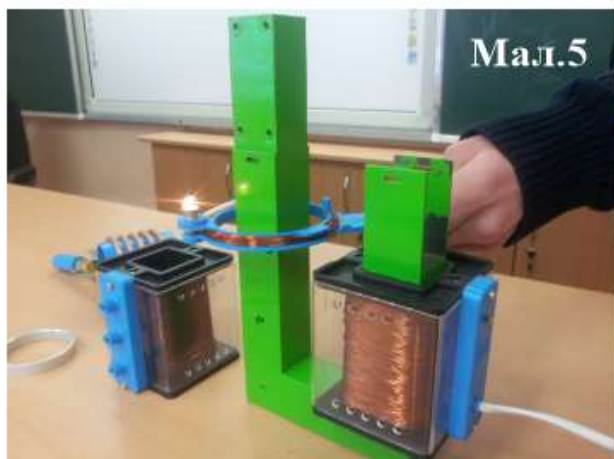
- Як трансфарматар – усё проста: першасная абмотка ўключана ў сетку пераменнага току 220 В, а вымярэнні напружання на розных вывадах другаснай абмоткі з дапамогай дэманстрацыйнага мультыметра даюць 6 В



Мал.4

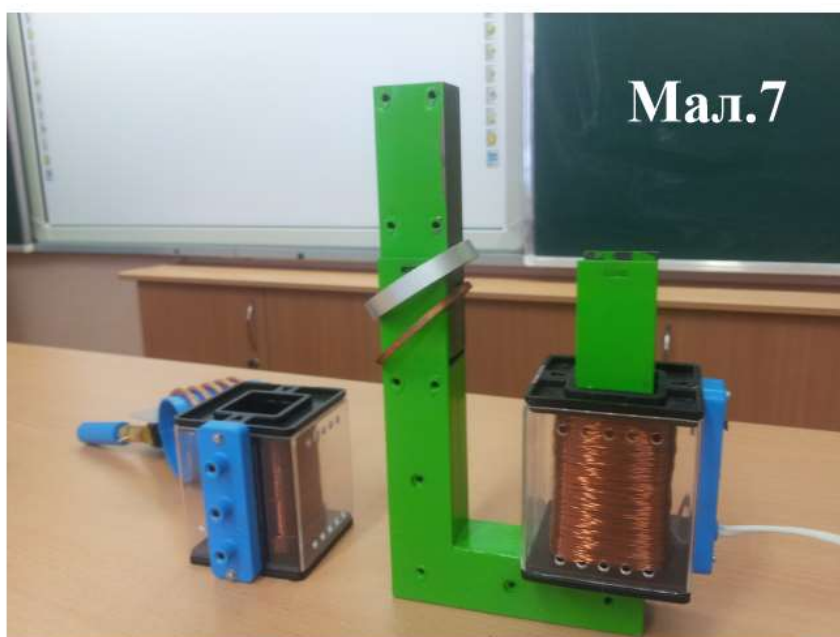
альбо 12 В. Калі мультыметра няма, можна проста падключыць да другой шпулі нізкавольтны спажывец, напрыклад 12-ці вальтовую лампачку. Вучні назіраюць работу паніжаючага трансфарматара (Мал.4) і тут, у якасці аналізу дэманстрацыі, з імі можна абмеркаваць яго магчымыя прымяненні, напрыклад у тэлевізары, які сілкуецца адной крыніцай жыўлення 220 В, пададзеных на першасную шпулю трансфарматара, а другая шпуля мае шмат вывадаў з рознай колькасцю віткоў, бо сілкуе розныя мікрасхемы і іншыя ланцугі нізкавольтных спажыўцоў. Як больш глыбокі аналіз гэтай дэманстрацыі можна задаць вучням развіваючае пытанне: - *а што будзе, калі падключыць першасную шпулю да крыніцы пастаяннага току?* Пасля калектыўнага абмеркавання вучні эксперыментальна ўпэўніваюцца, што ў гэтым выпадку ў другой абмотцы не ўзнікае напружання, бо з'ява электрамагнітнай індукцыі прысутнічае толькі ў пераменным магнітным полі.

- З дапамогай гэтай прылады можна вельмі эфектыўна паўтарыць тэму “З’ява



электрамагнітнай індукцыі”. Паставіўшы вертыкальна разборную частку магнітаправада (Мал.5) і апускаючы на яе шпулю з лямпачкай можна назіраць, як яе свячэнне ўзмацняецца. Вучняў уражвае сам факт свячэння лямпачкі без крыніцы жыўлення, а падвышэнне яе напалу пры апусканні на сардэчнік гаворыць пра ўзмацненне магнітнага патоку праз яе контур. Гэтая дэманстрацыя дазваляе вучням ўявіць магнітнае поле ў выглядзе ліній, канцэнтраваных у сардэчніку (Мал. 6) і расейваючыхся ў прасторы па-за ім. Тут можна прапанаваць развіваючае пытанне: - **а што здарыцца, калі магнітаправад замкнуць?** І хаця дзеці рэдка адказваюць на гэта пытанне, то іх уражвае, як у гэтым выпадку магнітны паток узмацніцца, бо зменшыцца яго расейанне ў прасторы, і лямпачка загарыцца відавочна ярчэй. Гэтая дэманстрацыя дазваляе яшчэ раз ўспомніць сутнасць закона электрамагнітнай індукцыі і лепей яго зразумець. Спасылкі на гэтую дэманстрацыю дапамогуць вучням у далейшым сфарміраваць уяўленне таго, як пераменнае магнітнае поле стварае віхравое электрычнае і наадварот, што і будзе ў 11 класе падмуркам для разумення паняцця электрамагнітнай хвалі.

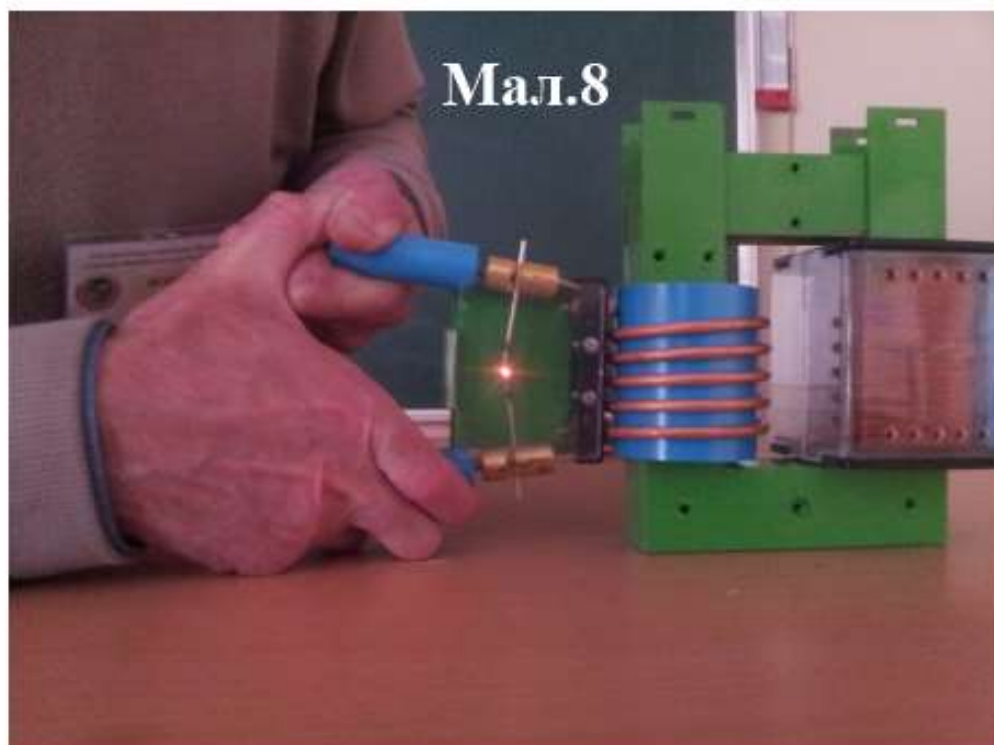
- Цікавым дадаткам да гэтай дэманстрацыі можа быць ужыванне алюмініевага і латуннага кольцаў, якія ёсць у камплекце трансфарматара. Накінуўтыя на магнітаправад, яны лунаюць у паветры (Мал.7). Ствараемым у іх індукцыйным токам яны адштурхваюцца ад магнітнага поля сардэчніка, дэманструючы правіла Ленца.



Развіваючым элементам гэтай дэманстрацыі пасля адключэння першаснай шпулі ад сеткі, калі кольца падаюць уніз, можа быць просьба да каго-небудзь з вучняў зняць іх з сардэчніка. Але спачатку трэба абмеркаваць з класам, **што ў выніку магло здарыцца з кольцамі?** Трэба мець на ўвазе, што кольца моцна разаграваюцца індукцыйным токам, пра што звычайна дзеці не здагадваюцца і могуць апячыся. У працяг гэтага вываду можна абмеркаваць прымяненне з'явы электрамагнітнай індукцыі ў індукцыйных і мікрахвалевых печах.

Тут дарэчы задаць яшчэ адно пытанне на паглыблены аналіз доследа, спачатку зняўшы і даўшы вучням памацаць і разгледзець разборную частку сардэчніка – **а чаму ён не нагрэўся?** Адказ – а таму, што ён, каб пазбегнуць токаў Фуко, зроблены з ізаляваных скляпаных плясцін. Перамагнічваючыся з частатой пераменнага току яны, адштурхваючыся, вібрыруюць і адмыслова гудуць.

- Электразварка – яшчэ адна вельмі карысная дэманстрацыя, магчымаць выканаць якую прадастаўляе гэты набор. Для яе дэманстрацыі ў якасці другаснай абмоткі на трансфарматар надзяваецца шпуля ўсяго з пяці віткаў тоўстага дроту (Мал.8).

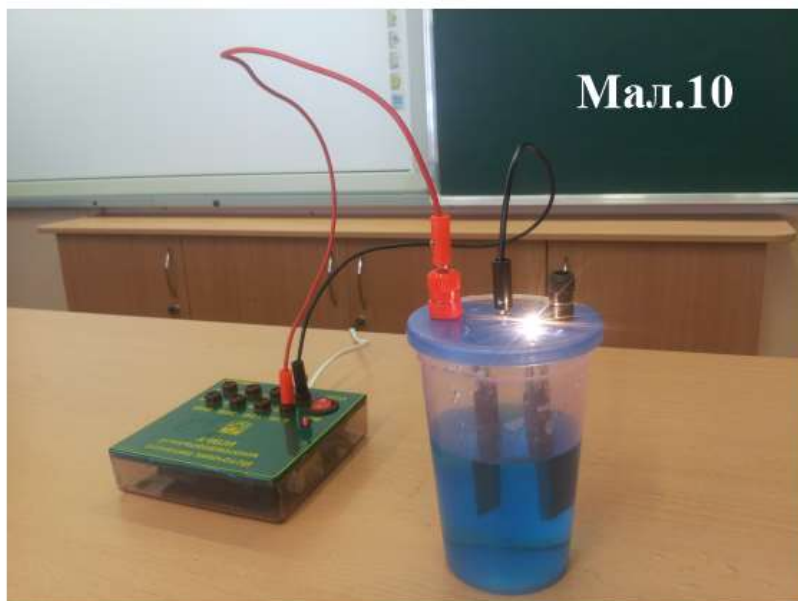




На канцах шпулі замацаваны два цвікі, якія замыкаюць ланцуг другаснай абмоткі пры сцісканні дзяржальняў. Пры судакрананні цвікоў сваімі вастрыямі нізкавольны ланцуг замыкаецца і, ў адпаведнасці з прынцыпам работы трансфарматара ( $U_1 I_1 = U_2 I_2$ ), стварае вялікую сілу току ў сотні ампер, што моцна разагравае месца кантакту. За кароткі час у якія 9-10 секунд цвікі могуць нават спячыся. У якасці паглыблення ў аналіз з'явы можна ў вучняў спытаць: - **а як на знешні выгляд адрозніць першасную і другасную абмотку зварачнага і ўвогуле паніжаючага трансфарматара?** Адказ – па таўшчыне віткоў, якія ў другаснай абмотцы таўсцейшыя, бо павінны прапускарць большы ток.

### 3. Ток у электралітах (дэманстрацыйны эксперымент, 10 кл.).

Гэта тэма проста просіць адшукаць сярод старога абсталявання набор для



электралізу і надаць яму другое жыццё. Ёсць такі набор і ў новых пастаўках (Мал.9). З чорным вугальным катодам, чырвоным медным анодам і блакітным растворам меднага купарвасу дэманстрацыя электраліза ператвараецца ў прыгожы каляровы спектакль. За 7-10 хвілін доследу можна эксперыментальна правесці ўсе заканамернасці электрычнага току ў

электралітах. Для нагляднасці працякання току ў ланцугу можна ўключыць лямпачку (Мал.10), альбо падключыць дэманстрацыйны амперметр. Даданне і размешванне солі купарвасу ў раствор падчас доследу прыводзіць да павелічэння току, што сведчыць аб памяншэнні супраціўлення электраліту пры росце канцэнтрацыі іонаў. Гэтак жа адбываецца і пры награванні электраліту, але механізм павелічэння канцэнтрацыі іонаў у гэтым выпадку будзе звязаны з парушэннем дынамічнай раўнавагі працэсаў электралітычнай дысацыяцыі і рэкамбінацыі. За час тлумачэння і калектыўнага абмеркавання з класам гэтых працэсаў на катодзе ўжо асядзе дастаткова медзі, каб пачырванеўшы вугаль можна было прадэманстраваць вучням. Тут дарэчы будзе абмеркаванне магчымых тэхналагічных прымяненняў электроліза: гальванастэгія, гальванапластыка, ачышчэнне металаў ад прымесьяў, атрыманне газаў і г.д. У якасці развіваючага пытання можна папрасіць вучняў прапанаваць *спосаб ачышчэння вугальнага электрода ад медзі*. Адказ – змяненне накірунку электрычнага тока. Праз некалькі хвілін можна эксперыментальна ўпэўніцца, што пры перападключэнні палюсоў крыніцы жыўлення ланцуга медзь цалкам сыдзе з вугальнага электрода.

У працяг гэтага доследа на наступным уроку рашэння задач (гаворка ідзе пра профільны клас) можна на стале настаўніка зрабіць і даўно ўжо забытую лабараторную работу *“Вызначэнне зарада электрона”*. Электроліз пры гэтым доўжыцца 15-20 хвілін, а за гэты час, рашаючы задачы, можна атрымаць заадно і формулу для разліку элементарнага зарада.

Такім чынам дэманстрацыйны эксперымент ёсць не толькі першаснай крыніцай ведаў пра акаляючы свет, але, пры арганізацыі калектыўнага абмеркавання праблемных пытанняў, і магутным сродкам развіцця мыслення вучняў і падвышэння іх матывацыі да вывучэння фізіцы.