

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені І.І. МЕЧНИКОВА

# **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙНИХ ДЕМОНСТРАЦІЙ ДЛЯ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ**

для студентів фізичного факультету

Одеський національний  
університет  
імені І.І.Мечникова  
2010

**Укладачі:**

**Д. Д. Поліщук** – доцент кафедри загальної та хімічної фізики,  
кандидат фізико-математичних наук

**С. А. Шіндер** – вчитель-методист СШ № 121 м. Одеси

Рекомендовано до друку  
Вченою Радою фізичного факультету ОНУ.  
Протокол № 10 від 2 липня 2010 р.

## ВСТУП

Автори посібника ставили за мету допомогу студентам-практикантам фізичного факультету та молодим вчителям-викладачам фізики, тобто фахівцям, які знайомі із усіма ефектами та явищами, що представляються у відповідних «дослідах». За думкою авторів це, фактично, конспект-довідник і тому він не претендує на повне, досконале подання матеріалу. Наявність світлин обладнання, та, там де це здавалось необхідним, самої операції лекційної демонстрації звільнило від необхідності ретельного їх опису. Назви дослідів та обладнання використовувались стандартні, традиційні, а саморобні прилади у тексті супроводжуються поміткою *самороб.* Нумерація дослідів задовольняє послідовності матеріалу курсу «загальної фізики», тобто і викладанню фізики у старших класах загальноосвітніх шкіл. Для зручності орієнтації весь матеріал подається за розділами.

Зібрані досліді відповідають номенклатурі лекційних демонстрацій кабінету методики викладання фізики фізичного факультету Одеського національного університету імені І.І.Мечникова і уявляють результат багаторічної праці по підборі, виготовленню та удосконаленню, яка проводилась засновником кабінету доцентом кафедри загальної фізики Лідією Антонівною Осадчук та викладачем вищої категорії школи № 121 м. Одеси Семеном Анатолійовичем Шіндером.

## І.ОСНОВИ МЕХАНІКИ

№	Назва досліду (серії дослідів, лекційної демонстрації)	Обладнання	Коментар (які саме фізичні явища чи ефекти демонструються, труднощі демонстрації та організаційні поради)
1	Додавання переміщень	<ul style="list-style-type: none"> <li>- універсальний штатив із муфтою;</li> <li>- чашечка із вантажем на нитці;</li> <li>- малий візок (<i>самороб.</i>);</li> <li>- курвіметр (<i>самороб.</i>);</li> <li>- блок із стрижнем;</li> <li>- великий візок (<i>самороб.</i>);</li> <li>- прапорець на підставці(<i>самороб.</i>)- 4 шт.</li> <li>- прилад для демонстрації гусеничного ходу(<i>самороб.</i>)</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Демонстрація відносності спокою, відносності руху, відносності траєкторії, додавання переміщень у техніці (гусеничний хід), поступального, обертального та плоского рухів.</p>



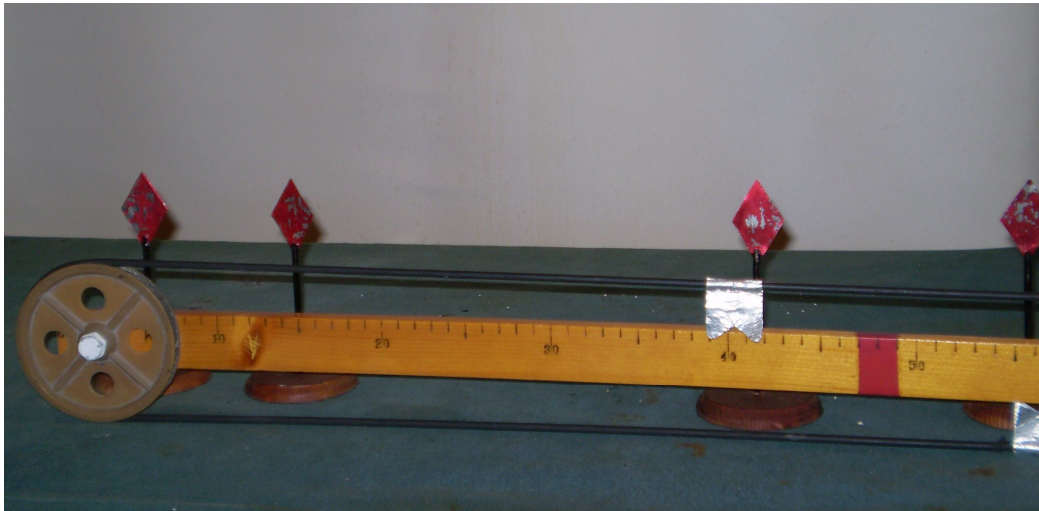
Св. 1.

Відносність руху визначається прапорцями, які розташовані на малому та великому візках, що рухаються по столу. Візки рухаються за рахунок вантажів на нитці перекинутій через блок.



Св.2.

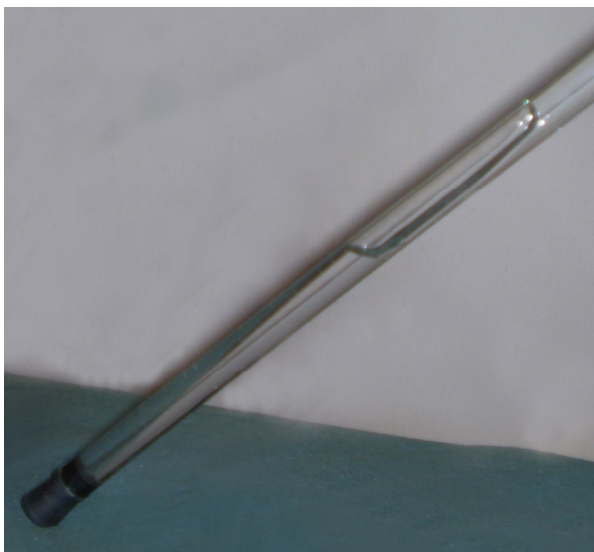
Саморобний курвіметр допомагає у демонстрації складного(кочення по столу), обертального(обертання відносно осі), плоского та поступального руху(складного руху у повітрі із зберіганням напрямку руків'я курвіметра та площини, у якій він рухається)



Св. 3.

Демонстрація гусеничного ходу. Кочення по столу демонструє різницю рухів прапорців з фольги на канаті, що знаходяться знизу(торкається столу, тобто нерухомий в системі відліку із ним зв'язаний) та вгорі.

2	Рівномірний рух	<ul style="list-style-type: none"> <li>-скляна трубка(мензурка);</li> <li>-лійка;</li> <li>-склянка з водою;</li> <li>-машина Атвуда</li> </ul>	<p>Трубка завдовжки 0,5 М і більше заповнюється водою і щільно закорковується(так щоб вода не виливалась при перевероті трубки) із залишком повітря для утворення повітряного пухиря довжиною до 10 см. Рух пухиря вгору – рівномірний(врівноважуються сили тяжіння, Архімеда та опору). Краще не допускати великих кутів відхилення від вертикалі, щоб не ставала помітною різниця у кількості води із різних боків трубки.</p>
3	Визначення миттєвої швидкості	<ul style="list-style-type: none"> <li>-машина Атвуда;</li> <li>-ключ;</li> <li>-прилад для електроживлення ВС 4-12;</li> <li>-секундомір СЕД;</li> <li>-електричні дроти</li> </ul>	<p>У процесі рівноприскореного руху перенавантаження знімається і далі система рухається рівномірно із швидкістю, яку вона досягла на момент зняття зайвого вантажу.</p>



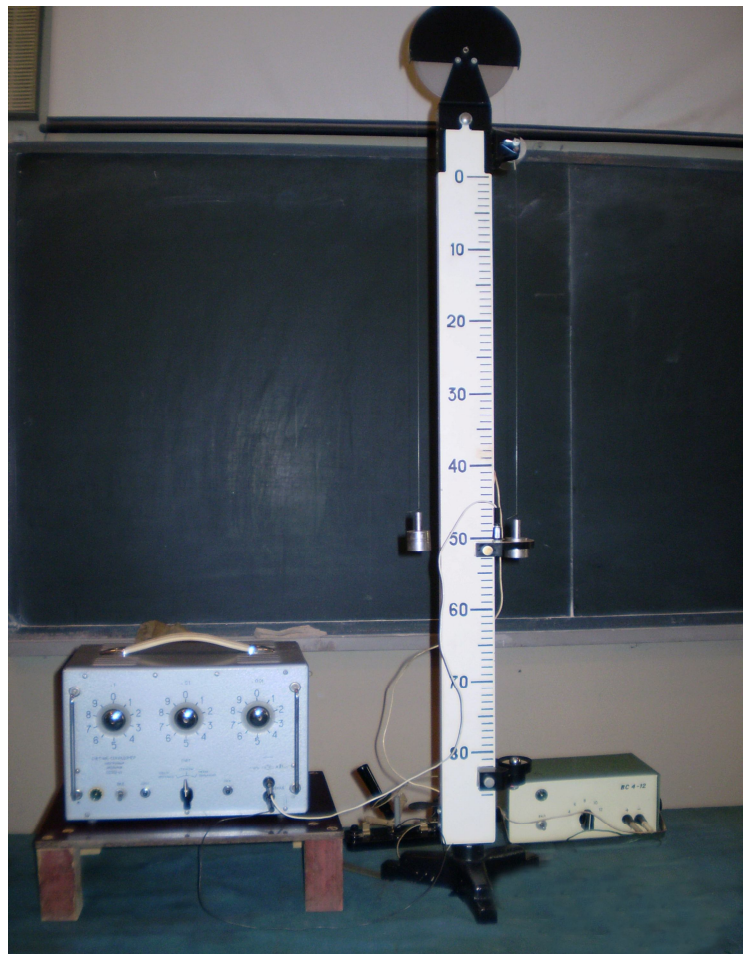
а)

Св.4(а,б).

Демонстрація рівномірного руху:

а) рівномірний рух пухиря повітря у трубці із водою;

б) – за допомогою машини Атвуда.



б)

4	Вільне падіння у вакуумі та повітрі	<ul style="list-style-type: none"> <li>- шайба металева;</li> <li>- шайба картонна;</li> <li>- трубка Ньютона;</li> <li>- насос Комовського</li> </ul>	<p>Однакові за габаритами шайби падають із різними швидкостями внаслідок впливу гальмування повітрям. У евакуйованій трубці рух різних за масою та формою тіл повинен бути однаковим</p>
---	-------------------------------------	--	--



а)



б)

Св. 5 (а,б)  
Вільне падіння у повітрі (а) та  
вакуумі (б)

5	Інерційні прояви маси	<ul style="list-style-type: none"> <li>- універсальний штатив;</li> <li>- нитка;</li> <li>- вантаж (<math>m = 2 \text{ кг}</math>);</li> <li>- амортизуючий мішечок із піском (<i>самороб</i>);</li> <li>- стрижень металевий;</li> <li>- канат для страховки</li> </ul>	<p>Вантаж укріплюється на штативі петлею з нитки. Таку ж петлю чіпляють до нижнього кріплення на вантажі. До вантажу згори прив'язують канат, що не повинен заважати досліду, але забезпечить страховку від рвучкого падіння вантажу.</p> <p>Різна швидкість надавлювання на нижню нитку за допомогою стрижня проявиться у розриві різних петель – вгорі, коли швидкість надавлювання буде мала (тоді маса вантажу додає до сили надавлювання вплив сили тяжіння), або знизу, коли інерція вантажу заважає швидкій передачі інформації про дію стрижня до верхньої ПЕТЛІ (як варіант можна запропонувати рвати нижню нитку за рахунок удару молотком).</p> <p>Як приклад використання інерційних властивостей тіл можна навести знайомий прийом, який забезпечує можливість забити цвях у дошку за рахунок її утримання важким молотом або сокирою з протилежного боку.</p>
---	-----------------------	--	---

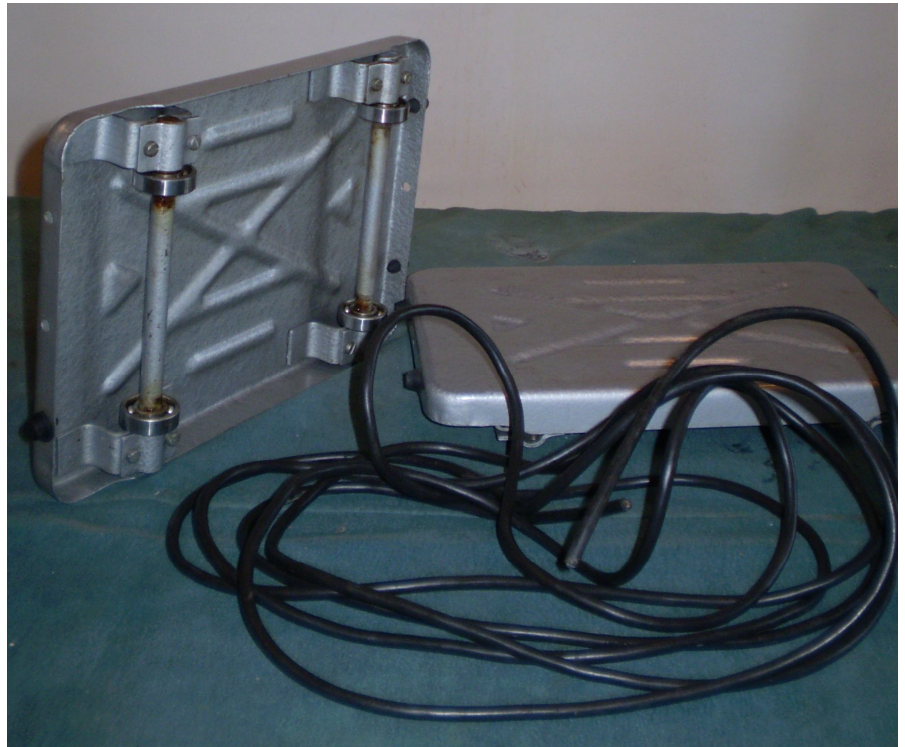
Св. 6.  
Інерційні властивості маси





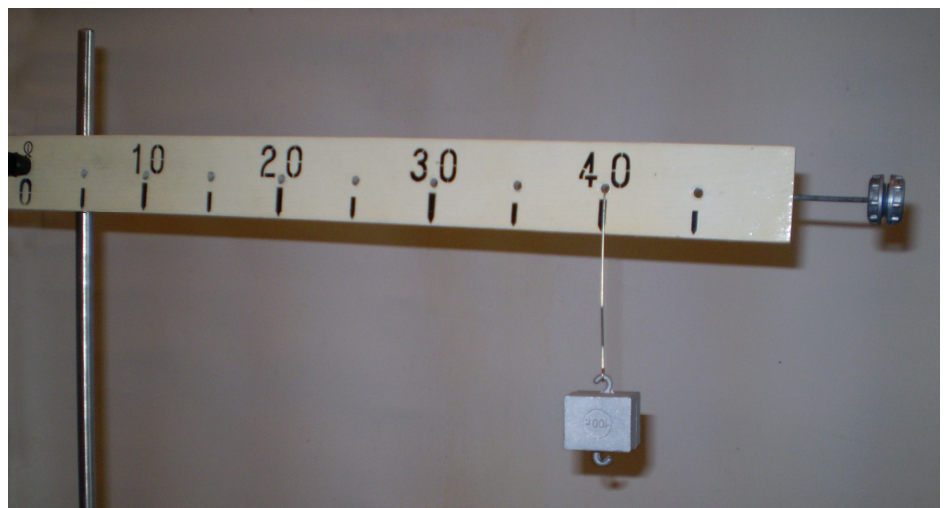
6	Третій закон Ньютона	<ul style="list-style-type: none"> <li>- візок легко рушійний (пара);</li> <li>- канат;</li> </ul>	<p>Два учні пробують по черзі підтягнути свого візаві.</p> <p>Стандартні візки небезпечні, так як дуже легко можуть вислизнути з-під учня. Необхідне страхування ще парою учнів.</p>
---	----------------------	--	--

Св. 7.  
Візки для демонстрації третього закону Ньютона.



7	Принцип дії важіля	<ul style="list-style-type: none"> <li>- універсальний штатив;</li> <li>- вантажі;</li> <li>- важіль демонстраційний</li> </ul>	<p>Цей же прилад використовується для демонстрації принципу визначення ваги на терезах</p>
---	--------------------	---	--

Св. 8.  
Важіль демонстраційний.



8	Визначення центра тяжіння плоскої пластини	<ul style="list-style-type: none"> <li>- штатив фізичний;</li> <li>- пластина неправильної форми;</li> <li>- кулька на нитці</li> </ul>	<p>При демонстрації треба звернути увагу на необхідність знаходження точки опори (частіше, площі опори) або підвісу на напрямі вектора сили тяжіння цього ж тіла.</p>
---	--	---	---

Св.9.  
Визначення центра тяжіння тіла неправильної форми



9	Види рівноваги	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вгнуті та вигнуті доріжки для руху кульки (<i>самороб</i>);</li> <li>- кулька;</li> <li>- демонстраційний стілець</li> </ul>	<p>Демонстрація стійкої та нестійкої рівноваги доповнюється демонстрацією поведінки кульки на горизонтальній поверхні (демонстраційному стільці) – випадком, так званої, байдужої рівноваги.</p> <p>Дуже ефектно є демонстрація відомої забавки – ширяючий орел, як приклада стійкої рівноваги для випадку, коли центр тяжіння не знаходиться у тілі</p>
---	----------------	---	--



а)

Св. 10(а,б).  
Демонстрації видів рівноваги  
а) ширяння орла,  
б) вгнуті та вигнуті доріжки

б)



10	Дія рухомого та нерухомого блоків	<ul style="list-style-type: none"> <li>- універсальний штатив;</li> <li>- вантажі;</li> <li>- нитка;</li> <li>- блоки із крючками</li> <li>- чашечка із різновагами</li> </ul>	Відхиливши нитку, що утримує чашечку із вантажем демонструють незалежність рівноваги від напрямку дії сили натягу у цій нитці.
----	-----------------------------------	--	--

Св. 11.  
Дія рухомого та нерухомого блоків(поліспа́ст)



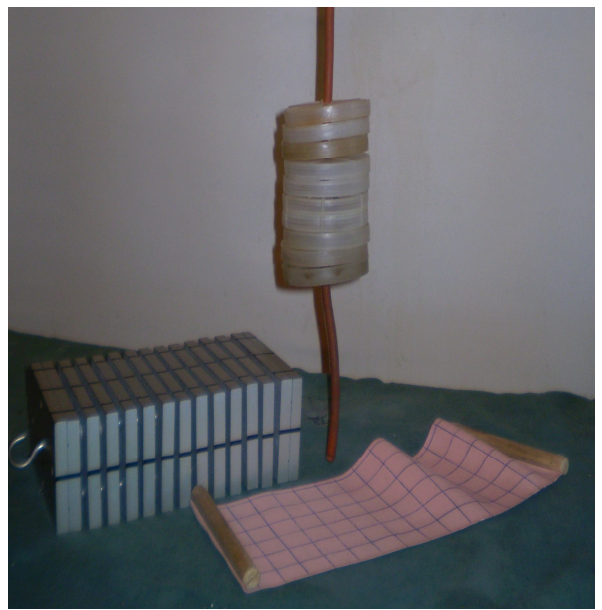
11	Види пружних деформацій	<ul style="list-style-type: none"> <li>- прилад для демонстрацій пружних деформацій;</li> <li>- гумова трубка із шайбами(<i>самороб</i>);</li> <li>- гумова полоса із рисунком решітки (<i>самороб</i>)</li> </ul>	Натяг гумової стрічки(трубки) приводить до стискання поперечного розміру, внаслідок чого шайби(звичайні пластикові покритишки з пластмаси) легко ковзають вздовж стрічки
----	-------------------------	--	--



Св. 12  
Прилад для демонстрації незалежності дії сил



Св. 13.  
Можливості демонстрації видів пружних деформацій



12	Різновиди траєкторій рухів у полі сил тяжіння	<ul style="list-style-type: none"> <li>- універсальний штатив;</li> <li>- прилад для демонстрації незалежності дії сил</li> </ul>	Спостерігається рух за прямолінійною траєкторією та за параболою.
----	---	---	---

Св. 14.  
Прилади для демонстрації відцентрових сил.



13	Обертальний рух	<ul style="list-style-type: none"> <li>- відцентрова машина;</li> <li>- рамка з двома тілами нерівної маси;</li> <li>- гнучкі обручі;</li> <li>- підйомний стілець;</li> <li>- металева кулька;</li> <li>- регулятор Уатта;</li> <li>- відцентрова доріжка;</li> <li>- мішечок із піском;</li> <li>- тринога від універсального штативу</li> </ul>	Всі досліди дозволяють продемонструвати дію відцентрових сил та від чого вони залежать. У шкільному курсі нема таких понять як сили інерції, тому пояснення явищам, що спостерігаються, надається з позиції аналізу доцентрових сил – тобто причин руху по круговим траєкторіям.
----	-----------------	--	--

14	Маятник Фуко	<ul style="list-style-type: none"> <li>- диск, що обертається;</li> <li>- підставка;</li> <li>- рівномір;</li> <li>- тринога від універсального штативу</li> </ul>	<p>Як варіант демонстрації можна розглядати ситуацію, коли весь прилад нахилений до вертикалі. Це дозволяє уявити принцип доведення обертального руху Землі не на полюсі, а на якійсь певній широті.</p>
----	--------------	--	--



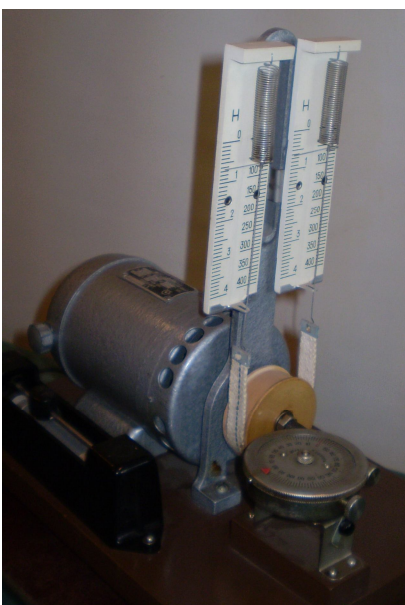
Св. 15.  
Маятник Фуко.



Св. 16  
Маятник Максвелла.



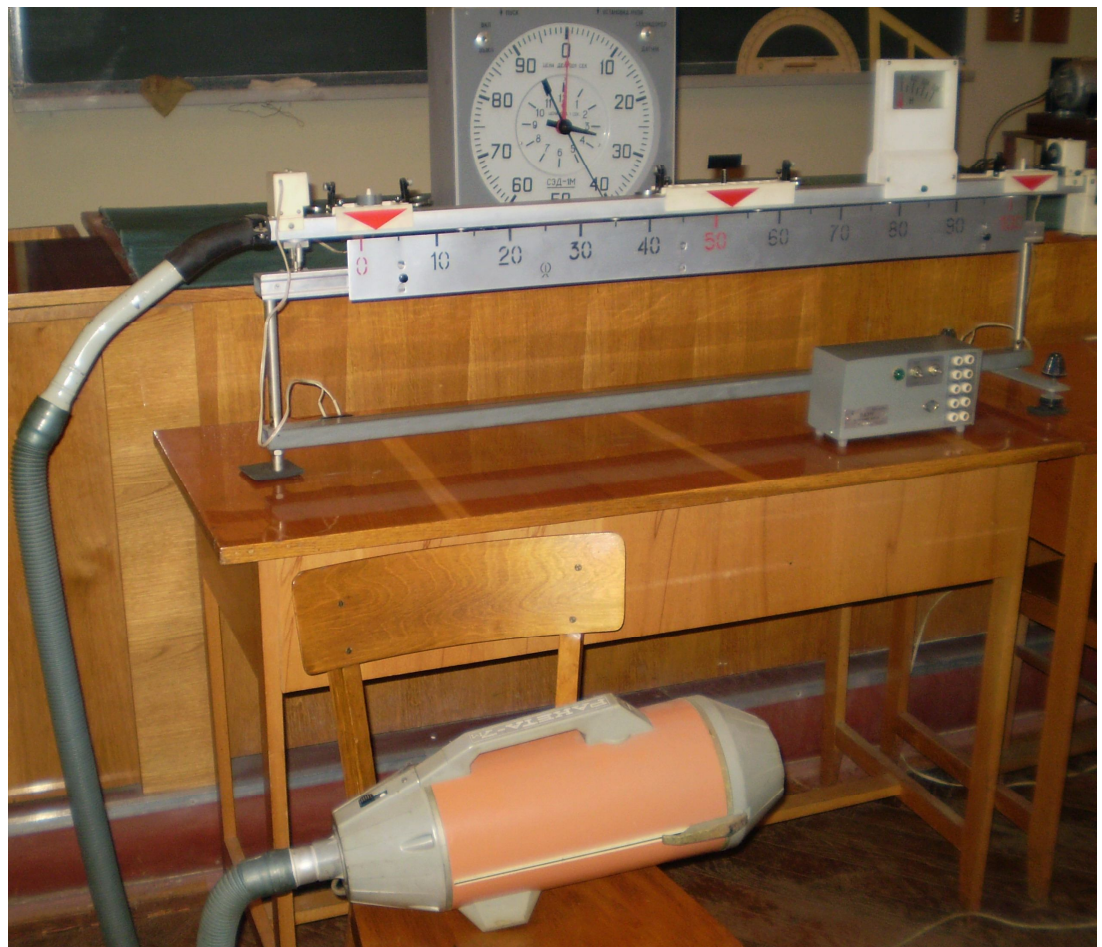
15	Маятник Максвелла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- маятник Максвелла(<i>самороб</i>)</li> </ul>	<p>Поняття моменту інерції, як аналогу маси для поступального руху, дозволяє продемонструвати розподіл енергії(зменшення швидкості тіла, що обертається) на енергію поступального та обертального руху.</p>
----	-------------------	---	---

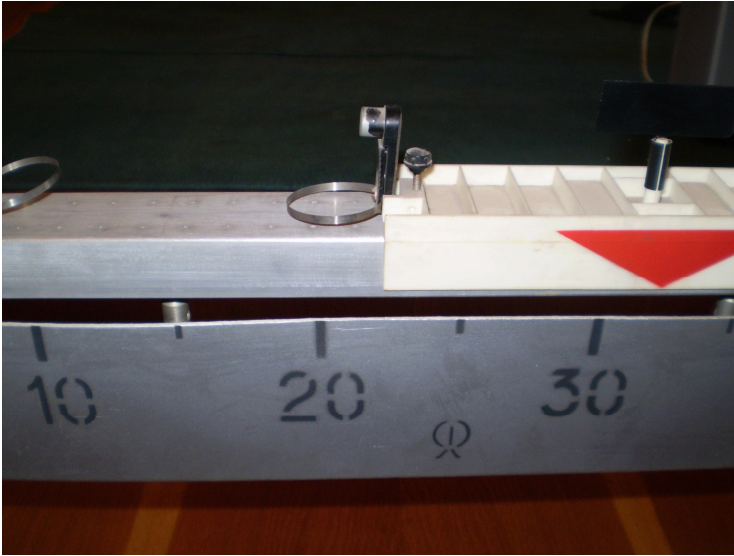


Св.17  
Прилад для визначення потужності на валу електродвигуна

16	Закон Кулона-Амонтона	-прилад для визначення потужності на валу електродвигуна	Зміна натягу ременя на валу (тобто сили притискання до поверхні тертя) приводить до необхідності збільшення потужності двигуна.
----	-----------------------	--	---

17	Демонстраційний стенд із використанням руху на повітряній подушці	-прилад ПДЗМ; -компресор (як варіант, побутовий пилосос); -секундомір СЕД-1М;	Прилад дозволяє продемонструвати закони Ньютона, закон збереження імпульсу.
----	---	---	---





Св. 18.

Прилад ПДЗМ ↑

Св. 19.

Візок приладу ПДЗМ.

Добре видно пружину для забезпечення пружності зіткнень та отвори на базовій трубі, через які подається повітря



## II. КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ

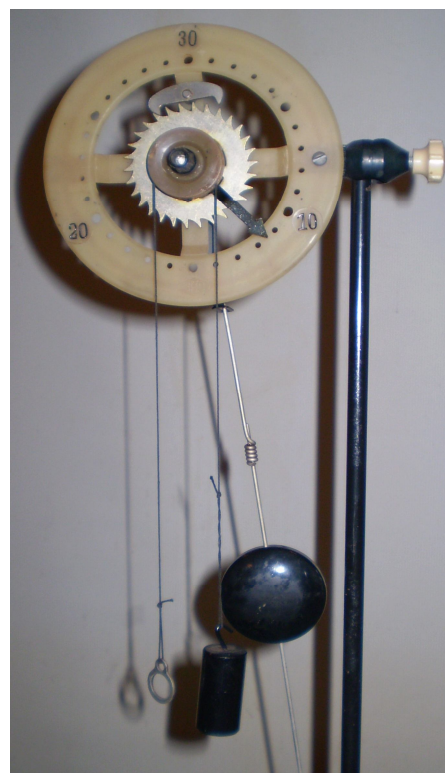
№	Назва досліду (серії дослідів, лекційної демонстрації)	Обладнання	Коментар (які саме фізичні явища чи ефекти демонструються, труднощі демонстрації та організаційні поради)
1	Вільні механічні коливання	<ul style="list-style-type: none"> <li>- універсальний штатив;</li> <li>- мензурка із водою;</li> <li>- кулька сталева на нитці;</li> <li>- вантаж із гачком;</li> <li>- прилади ДП-2 та ОТП</li> </ul>	<p>Демонстрація вільних коливань моделі математичного маятника та пружинного вертикального маятника. Для демонстрації демпфуючого впливу середовища пружинні коливання здійснюються у мензурці із водою. (св.1)</p> <p>Музичний метроном (на світлинні він на передньому плані) дозволяє оцінити часові характеристики коливань.</p>



Св. 1.  
Найпростіші маятники.

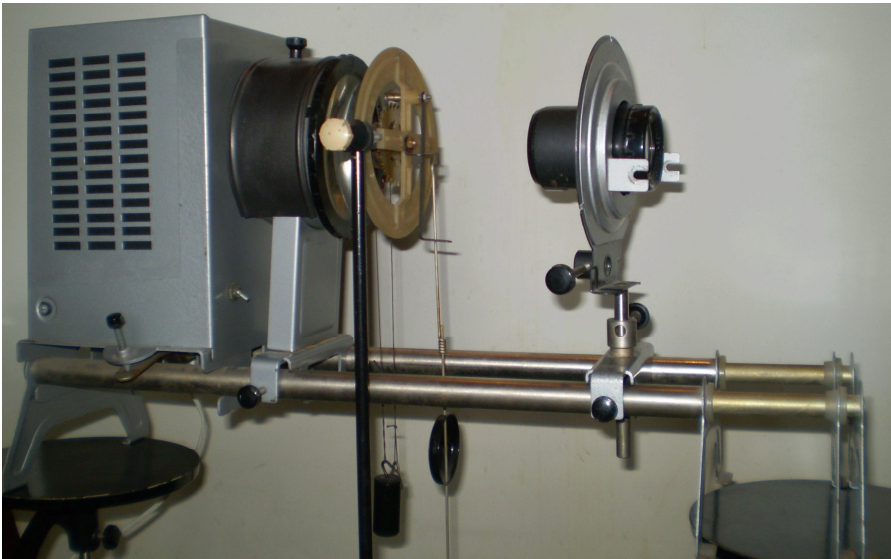


Св.2.  
Модель храпового  
годинникового механізму.



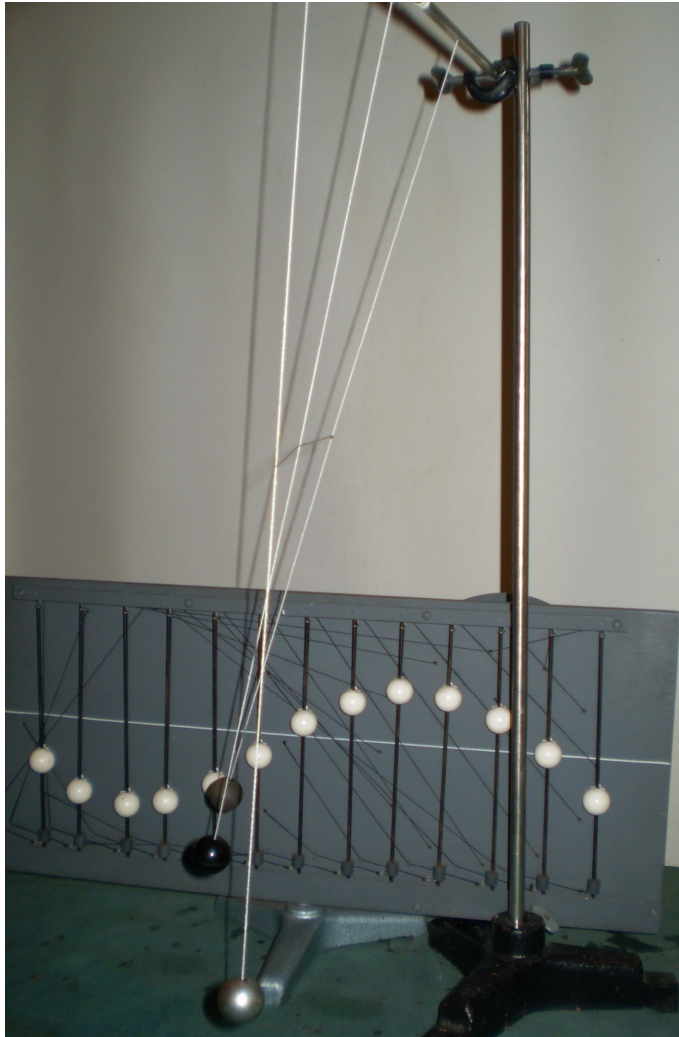


2	Автоколивання	<ul style="list-style-type: none"> <li>- універсальний штатив;</li> <li>- модель храпового механізму;</li> <li>- екран;</li> <li>- об'єктив із оборотною призмою;</li> <li>- столик (3шт);</li> <li>- прилад ФОС</li> </ul>	<p>Демонстрація автоколивань на моделі храпового механізму із вантажем, що надає додаткову енергію у систему (св. 2).</p> <p>Для демонстрації використовується ФОС, який дозволяє розглядати масштабовані рухи моделі на екрані (св.3).</p>
---	---------------	---	---



Св. 3.  
Розташування моделі годинникового механізму на ФОСі .

3	Утворення та поширення хвиль	<ul style="list-style-type: none"> <li>- універсальний штатив;</li> <li>- хвильова машина;</li> <li>- три кульки, що посеред висоти підвісів зв'язані ниткою</li> </ul>	<p>Демонстрація моделі поперечних та повздовжніх хвиль у пружному середовищі за допомогою стандартного приладу (хвильова машина) та зв'язаних підвісів математичних маятників. (Одночасне відхилення маятників забезпечує одночасність рухів. Затримка однієї із кульок дає можливість візуалізувати передачу інформації у поперечному для площини коливань маятників напрямку)</p>
---	------------------------------	---	---

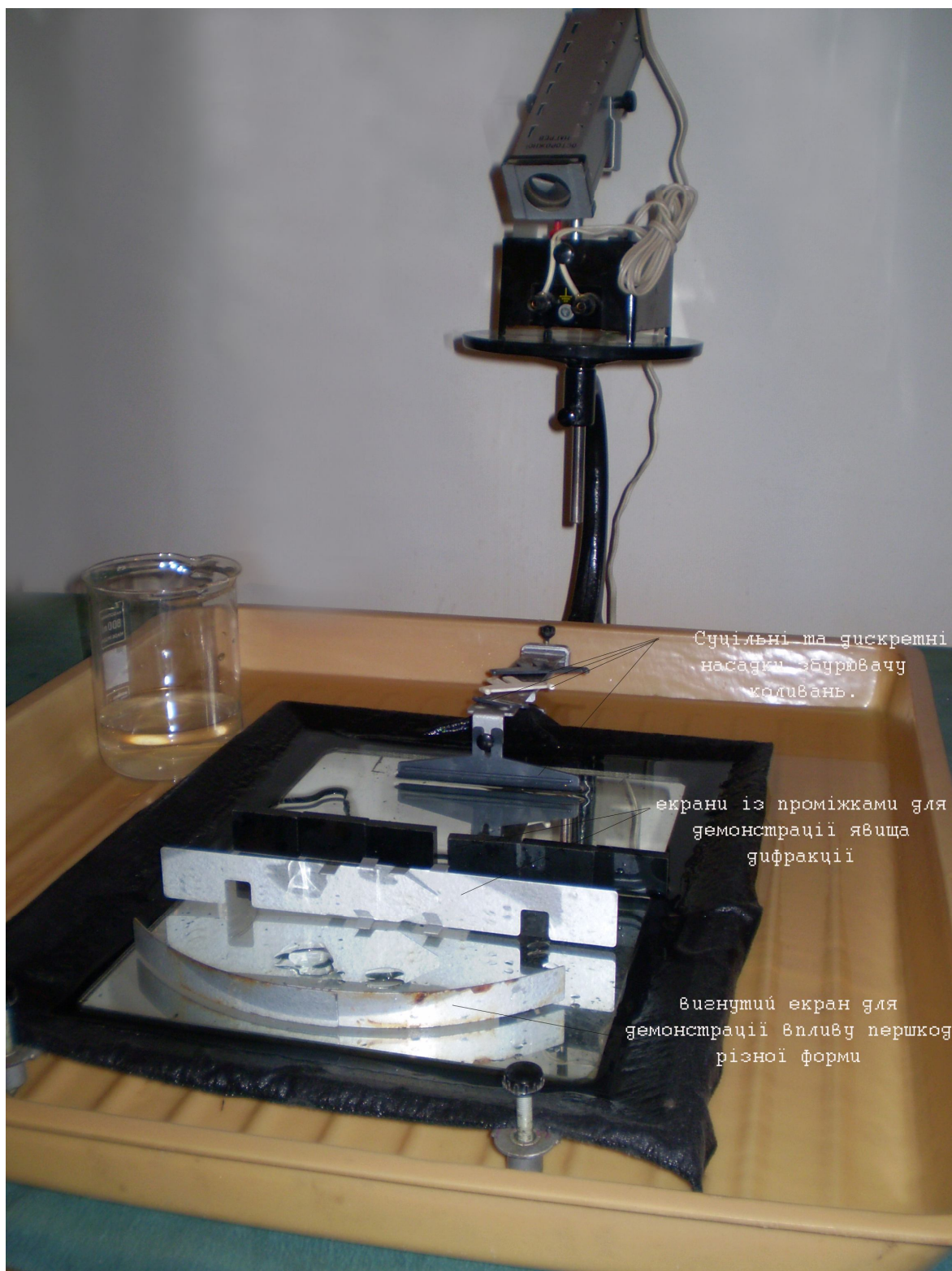


Св. 4.  
Утворення модельних хвиль за допомогою хвильових машин.

4	Хвилі на поверхні рідини	<ul style="list-style-type: none"> <li>- хвильова ванна із водою ;</li> <li>- велика фотографічна кювета;</li> <li>- модельні збудовуючі пристрої(на світліні вони видні</li> </ul>	Демонстрація зображення (за рахунок підсвічування) поширення хвиль в залежності від виду збудовувала коливань, наявності, кількості та форми перешкод на стелі аудиторного приміщення.
---	--------------------------	---	--

Св. 5.

Прилад для демонстрації хвиль на поверхні рідини та впливу перешкод на шляху їх поширення.



5	Моделі джерел та приймачів звукових хвиль	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ЗГ;</li> <li>- гучномовець;</li> <li>- камертони;</li> <li>- ксилофон;</li> <li>- камертон на резонаторному ящичку;</li> <li>- гумовий молоточок;</li> <li>- модель органної труби;</li> <li>- з'єднувальні дроти;</li> <li>- мікрофон</li> </ul>	<p>Акустичні коливання, що утворюються камертонами, органною трубою(модель органної труби уявляє собою видовжений дерев'яний ящик із однією прозорою стінкою, який у нижній частині при вертикальному положенні має отвір подібний до тих, які є на музичних духових інструментах, свистках), ксилофоном та гучномовцем, який підключений до ЗГ(звукового генератора) можна візуалізувати за допомогою мікрофону та осцилографу. На світлині 6 видна синусоїда сигналу ЗГ.</p>
---	---	--	--



Св. 6.  
Обладнання для демонстрацій звукових хвиль.

6	Визначення довжини хвилі камертона	<ul style="list-style-type: none"> <li>- камертон на резонансному ящичку, ксилофон;</li> <li>- гумовий молоточок;</li> <li>- лінійка</li> </ul>	<p>Резонатор камертону відкритий з одного боку за довжиною відповідає чверті звукової хвилі (на вході реалізується пучність, на місці відбивання від задньої стінки – вузол). Відкритий з двох боків резонатор відповідає половині звукової хвилі.</p>
---	------------------------------------	---	--

7	Визначення довжини звукової хвилі у повітрі	<ul style="list-style-type: none"> <li>-прилад для визначення швидкості звука (трубка Кундта);</li> <li>-камертон;</li> <li>-гумовий молоточок</li> </ul>	<p>Вимірювання стають можливими за рахунок утворення стоячої хвилі, як це відбувається у резонаторі камертону у попередньому досліді. Трубка (див. св.7) має поршень, що може вільно пересуватись у трубці і справити за задню стінку резонатора. Заміри відстані між положеннями поршню, які відповідають підсиленню гучності звукових коливань камертону дають можливість визначити половину довжини хвилі.</p>
---	---	---	---



Св. 7  
Обладнання для вимірювання швидкості звука у повітрі.

8	Демонстрація залежності висоти тону звука від частоти коливань, потужності від амплітуди	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ЗГ;</li> <li>- гучномовець;</li> <li>- осцилограф;</li> <li>- з'єднуючі дроти</li> </ul>	-
9	Звуковий резонанс	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ЗГ;</li> <li>- гучномовець;</li> <li>- осцилограф;</li> <li>- з'єднувальні дроти;</li> <li>- камертон (2 шт);</li> <li>- гумовий молоточок;</li> <li>- стальна кулька на нитці;</li> <li>- універсальний штатив.</li> </ul>	На св. 8. видно, як можна змінювати параметри камертону за допомогою спеціальної насадки.
10	Бінауральний ефект	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ЗГ;</li> <li>- гучномовець (2 шт);</li> <li>- з'єднувальні дроти;</li> <li>- ключ (2 шт)</li> </ul>	-



Св. 8. Звуковий резонанс.

### III. МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА.

№	Назва досліду (серії дослідів, лекційної демонстрації)	Обладнання	Коментар (які саме фізичні явища чи ефекти демонструються, труднощі демонстрації та організаційні поради)
1	Броунівський рух	прилад для демонстрації Броунівського руху; ФОС; екран	Св. 1.



Св. 1.  
Механічна модель приладу для демонстрації Броунівського руху.

2	Дія різниці тиску на перетинку <sup>1</sup>	-насос Комовського; -тарілка із скляним ковпаком; -гумова надувна кулька; -нитка	Св. 2. Навпіл роздута кулька розташовується під ковпаком вакуумної тарілки. Після евакуації повітря з-під ковпаку кулька змінює об'єм під дією різниці тиску. Тобто молекули повітря всередині роздувають кульку за рахунок зменшення впливу молекул повітря іззовні.
3	Теплоємність різних металів	-прилад Тіндаля; -електроплитка; -вода	Св. 3. Різні за складом циліндричні взірці однакової маси, які розігріті в однакових умовах(у воді), залишають різні відбитки у пластинах з вощини.



Св. 2.  
Роздування гумової кульки при пониженому тиску навколо.



Св. 3.  
Прилад Тіндаля в дії.



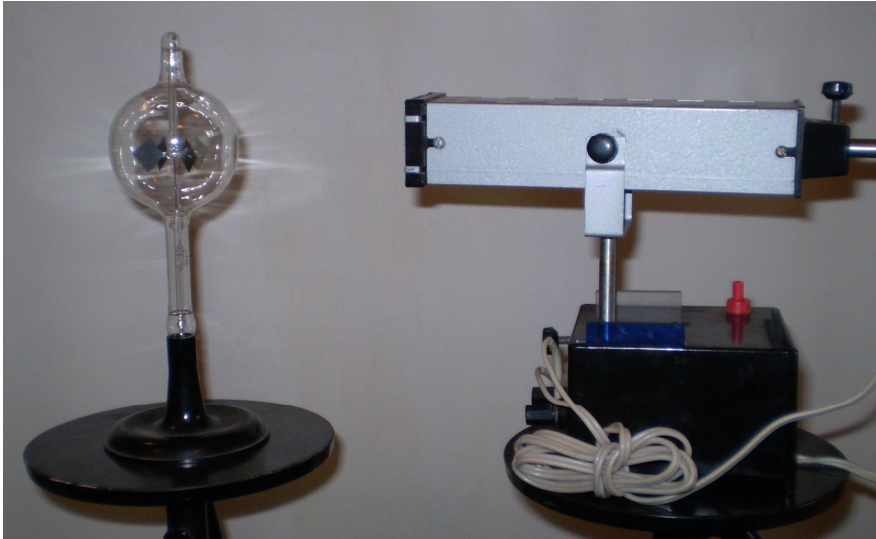
4	Теплопровідність різних металів	<ul style="list-style-type: none"> <li>- саморобний прилад;</li> <li>- спиртовий палик;</li> <li>- сірники;</li> <li>- пластилін</li> </ul>	<p>Св. 4.</p> <p>Стержні однакової довжини та форми із різних металів розігріваються однаково (полум'ям сухого спирту) з одного боку. Прикріплені з протилежного боку пластиліном сірники відпадають по черзі із досягненням їх тепловою хвилею. На світлі видно, як відпадає сірник, який кріпився до пластини із міді.</p>
---	---------------------------------	---	--



Св. 4.  
Демонстрація ефекту різної теплопровідності металів.

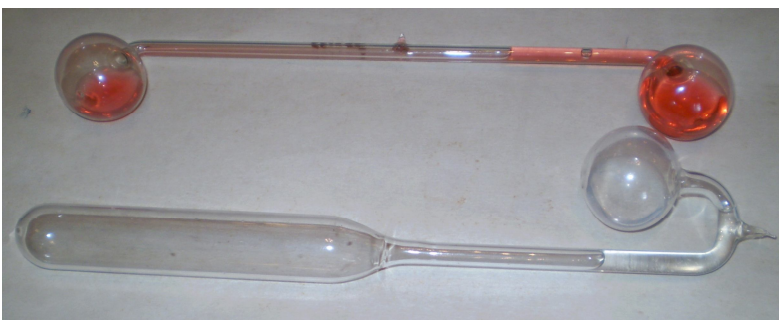


5	Принцип дії радіометру	<ul style="list-style-type: none"> <li>-радіометр;</li> <li>-підйомні столики;</li> <li>-ОТП;</li> <li>-екран</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св. 5.</p> <p>Ефект обертального руху вертлюжна радіометру пояснюється сумісною дією тиску світла і конвективним потоком розігрітих залишків газу у колбі радіометру.</p>
---	------------------------	--	--



Св. 5.  
Освітлення  
радіометру

6	Розширення газів	<ul style="list-style-type: none"> <li>-кип'ятильник Франкліна;</li> <li>-монета;</li> <li>-пляшка із водою;</li> <li>-кріофор;</li> <li>-підйомний столик</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св. 6, 7.</p> <p>На світліні 6 показаний момент розігріву пляшки із водою рукою. Розширення повітря із водяною паром приводить до підстрибування монети, яка закорковує отвір пляшки.</p>
---	------------------	---	--



Св. 6. ↑  
Кип'ятильники Франкліна.

Св. 7.



Виштовхування корки(монети) сумішшю газів у  
пляшці.



7	Кипіння води при зниженому тиску	<ul style="list-style-type: none"> <li>- колба;</li> <li>- універсальний штатив;</li> <li>- корок гумова;</li> <li>- склянка з водою;</li> <li>- велика кювета;</li> <li>- ганчірка;</li> <li>- електроплитка;</li> <li>- столик</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св. 8.</p> <p>На світлині 8 видно обладнання, яке необхідне для демонстрації. Розігріта до кипіння на плитці колба, знімається з плитки, закорковується гумовим корком і перевертається. Охолодження у цей час приведе до припинення активного кипіння, яке помітне по виділенню бульбашок. Але, якщо у цей час облити колбу холодною водою, тиск у колбі знизиться і активне виділення бульбашок розпочнеться знову.</p> <p>Треба бути уважним при демонстрації і захищати руку ганчіркою. Скло у колби повинно бути термостійким.</p>
---	-------------------------------------	---	--



Авенаріуса).

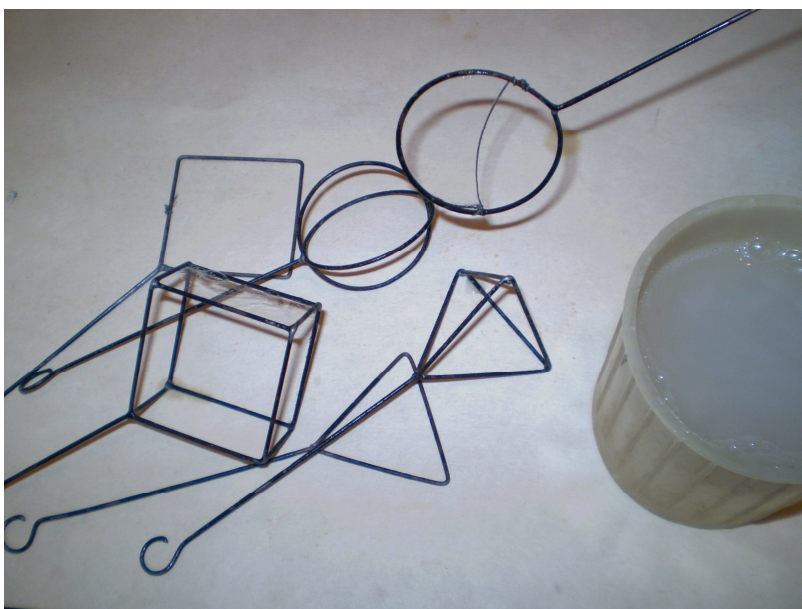
Св. 8.  
Обладнання для  
демонстрації кипіння  
при пониженому  
тиску.



Св. 9.  
Ампула з ефіром у  
захисній  
камері(прилад



8	Критичний стан ефіру	<ul style="list-style-type: none"> <li>-ампула з ефіром;</li> <li>-ФОС;</li> <li>-екран;</li> <li>-електроплитка;</li> <li>-штатив;</li> <li>-об'єктив із поворотною призмою</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св. 9.</p> <p>Прилад дозволяє побачити зникнення міжфазної границі в процесі розігріву ампули із ефіром та явище опалесценції при охолодженні ампули.</p>
9	Мильні плівки	<ul style="list-style-type: none"> <li>-мильний розчин у склянці;</li> <li>-ФОС;</li> <li>-екран;</li> <li>-каркаси з дроту</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св. 10.</p> <p>На світлинні видно каркас із ниткою, який навпіл заповнений мильною плівкою.</p>



Св. 10.  
Каркаси для мильних плівок.

10	Вимірювання сил поверхневого натягу	<ul style="list-style-type: none"> <li>-динамометр ДПН;</li> <li>-ФОС;</li> <li>-екран;</li> <li>-штатив;</li> <li>-об'єктив із оборотною призмою</li> </ul>	
----	-------------------------------------	--	--

Св. 11.  
Обладнання для вимірювання сил поверхневого натягу

11	Капілярні явища	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- екран;</li> <li>- об'єкти з оборотною призмою;</li> <li>- капіляри;</li> <li>- посудини, що сполучаються;</li> <li>- підйомний столик</li> </ul>	<p>Св. 11.</p> <p>На світлині видно спеціальний прилад, в якому капіляри сполучаються одним патрубком</p>
----	-----------------	---	---



Св. 11. ↑

Капіляри, що сполучаються.

Св. 12.

Обладнання для демонстрації теплового розширення твердих тіл.



Св. 13.

Модель двигуна внутрішнього згорання (ДВС).  
На світлині видно момент спрацьовування свічі підпалювання, яку представляє звичайна лампочка.



12	Теплове розширення	<ul style="list-style-type: none"><li>-металева куля з кільцем;</li><li>-сірники;</li><li>-спиртовий пальник;</li></ul>	Св. 12.
13	Дія двигуна внутрішнього згоряння	<ul style="list-style-type: none"><li>-кінематична модель – розріз ДВС;</li><li>-з'єднувальні дроти;</li><li>- пристрій для живлення ВС 4-12;</li><li>-підйомний столик;</li></ul>	Св. 13.

#### IV. ГІДРО- ТА АЕРОСТАТИКА. ГІДРО- ТА АЕРОДИНАМІКА

№	Назва досліду (серії дослідів, лекційної демонстрації)	Обладнання	Коментар (які саме фізичні явища чи ефекти демонструються, труднощі демонстрації та організаційні поради)
1	Закон Паскаля	<ul style="list-style-type: none"> <li>- куля Паскаля(вар: металева, вар: скляна(див. св. 1));</li> <li>- склянка із водою;</li> <li>- кювета</li> </ul>	Демонстрація струменів води в різні боки краще всього проводити подалі від учнів – стандартні прилади розбризкують воду на 3-4 м навколо



Св. 1.  
Стандартні моделі кульок Паскаля

2	Дослід Стевіна	<ul style="list-style-type: none"> <li>- склянка із водою;</li> <li>- кювета;</li> <li>- ОТП;</li> <li>- скляний циліндр із зішліфованим відпадаючим дном на нитці</li> </ul>	До досліда Стевіна можна додати наступне дослідження: дно відпадає чи не відпадає у повітрі в залежності від того, чи закритий щільно нижній отвір труби.
---	----------------	---	---



Св. 2.  
Дослід Стевіна



Св.3.  
Прилад Паскаля



3	Гідростатичний парадокс(закон посудин, що сполучаються)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-прилад Паскаля (див. св. 1));</li> <li>-склянка із водою;</li> <li>-кювета</li> </ul>	
---	---	---	--



Св. 4.  
Демонстрація фонтана у розрідженому повітрі.

4	Закон Паскаля	прилад для демонстрації фонтану – - закрита ампула із встромленим у неї через корок патрубком фонтану, який сполучається із зовнішнім середовищем через кран; - склянка із водою; - кювета; - насос Комовського; - ОТП	Евакуювавши повітря з ампули кран, який сполучає ампулу із насосом перекривають. Після вставлення його у воду(св. 4), кран відкривають, чим дають можливість атмосферному тиску загнати воду у патрубок фонтану.
---	---------------	--	---



Св.5.  
 Моделі нагнітаючого та того,  
 що  
 всмоктує насосів.



Св. 6.  
 Скляна модель насосу, що всмоктує.



5	Принцип дії насосів	<ul style="list-style-type: none"> <li>- моделі та нагнітаючого та того, що всмоктує насосів;</li> <li>- склянка із водою;</li> <li>- кювета;</li> <li>- ОТП;</li> <li>- ФОС;</li> <li>- об'єктів із оборотною призмою;</li> <li>- екран</li> </ul>	Св.5, 6.
6	Закон Архімеда	<ul style="list-style-type: none"> <li>- відерко Архімеда;</li> <li>- кювета;</li> <li>- склянка із водою;</li> <li>- універсальний штатив</li> </ul>	Св. 7.
7	Умова плавання. Картезіанський водолаз	<ul style="list-style-type: none"> <li>- модель водолаза із ефективною густиною, що дорівнює густині води.</li> <li>- кювета;</li> <li>- склянка із водою;</li> <li>- універсальний штатив;</li> <li>- ОТП;</li> </ul>	<p>Св. 8.</p> <p>Ретельно підібравши ефективну густину моделі можна досягти ефекти впливу руху моделі при збільшенні тиску у пляшці, навіть при простому притисканню долоні до отвору пляшки.</p> <p>Як варіант можна користуватись в якості моделі водолазу перевернутої догори дном ампули. При збільшенні тиску у пляшці об'єм рідини в ампулі зменшиться і ампула, як і в попередньому випадку почне занурюватись.</p>



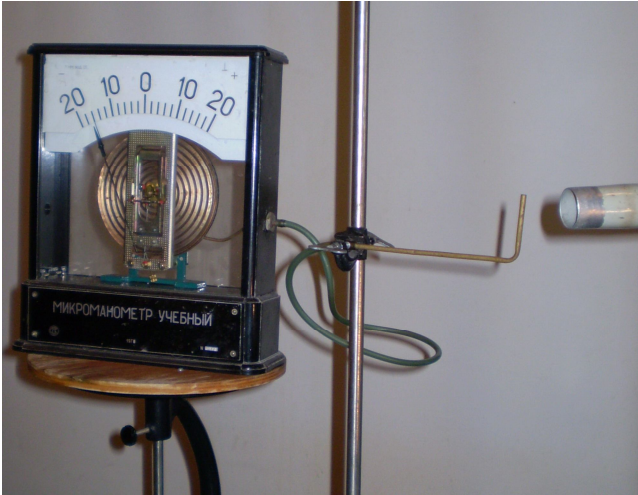
Св. 7.  
Прилад для демонстрації дії сили Архімеда.



Св. 8.  
Картезіанський водолаз.

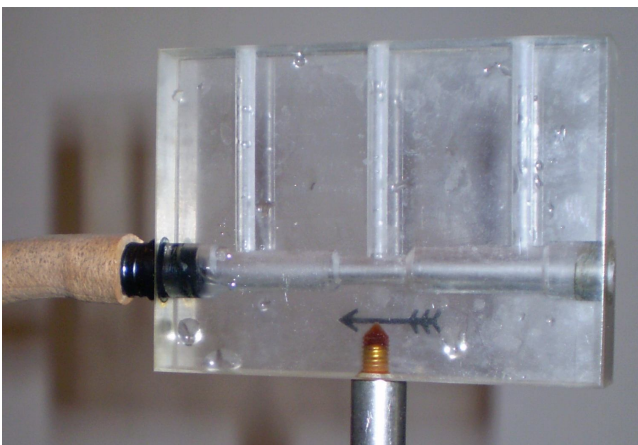


8	Тиск у потоці повітря	<ul style="list-style-type: none"> <li>- компресор(пилосос);</li> <li>- мікроманометр;</li> <li>- ОТП;</li> <li>- штатив із муфтою;</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св. 9.</p> <p>Взагалі, вигнута трубка, яка з'єднана із манометром, є моделлю трубки Піто, тобто її можна використовувати для демонстрації і статичного і сумарного(статичний та динамічний) тиску.</p>
---	-----------------------	--	---



Св. 9.  
Демонстрація тиску у потоці

9	Закон Бернуллі	<ul style="list-style-type: none"> <li>- прилад із каналами різного перерізу;</li> <li>- ФОС;</li> <li>- екран;</li> <li>- об'єктив із оборотною призмою;</li> <li>- кювети велика та мала;</li> <li>- лійка;</li> <li>- скляна ємність із тубусом понизу</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св. 10, 11</p>
---	----------------	--	---



Св. 10.    ↑

Модель каналу із різними перерізами.



Св. 11.

Модель ефекту «dropping fall». →

10	Стійкість руху у потоці	компресор(пилосос); кулька(кулька для пінг-понгу); трубка із кулькою;	Св. 12, 13.
----	-------------------------	---	-------------



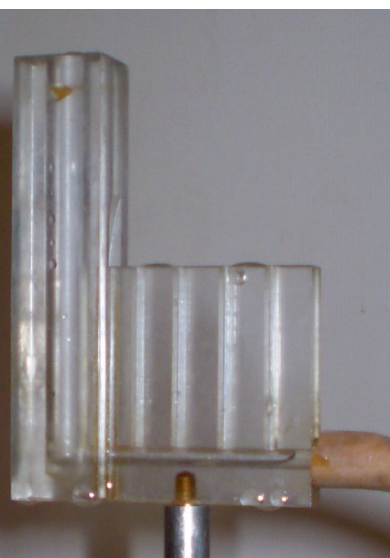
Св. 12.  
Спеціальний прилад із утримувачем кульки.  
Демонстрація проводиться без компресору, за рахунок потоку повітря, який утворюється легенями людини.



Св. 13.  
Стійкість руху у потоці.  
Масштаб ефекту легко оцінити із урахуванням реального розміру патрунків звичайного побутового пилососу.

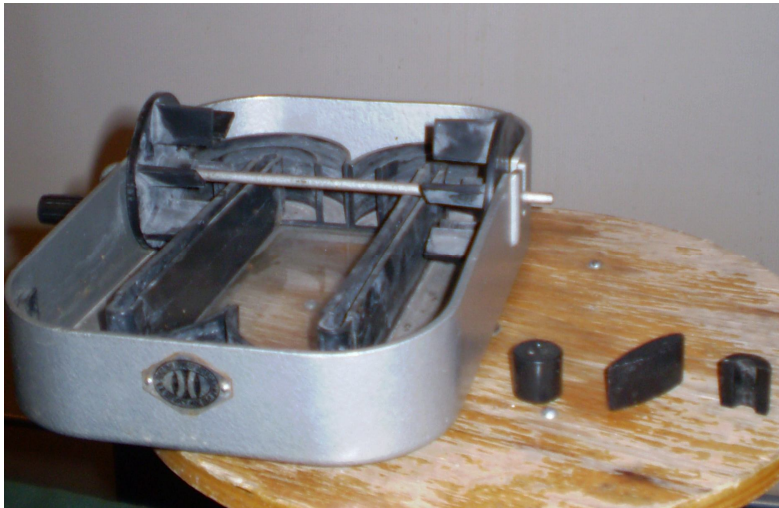


11	В'язка течія	ФОС; екран; об'єктив із оборотною призмою; модель каналу із боковими вертикальними каналами ;	Св. 14. В'язка течія в каналі сталого перерізу супроводжується падінням статичного тиску, який легко візуалізувати за допомогою трубок Піто.
----	--------------	--	---



Св. 14.  
Модель каналу із боковими вертикальними каналами(модельні трубки Піто).





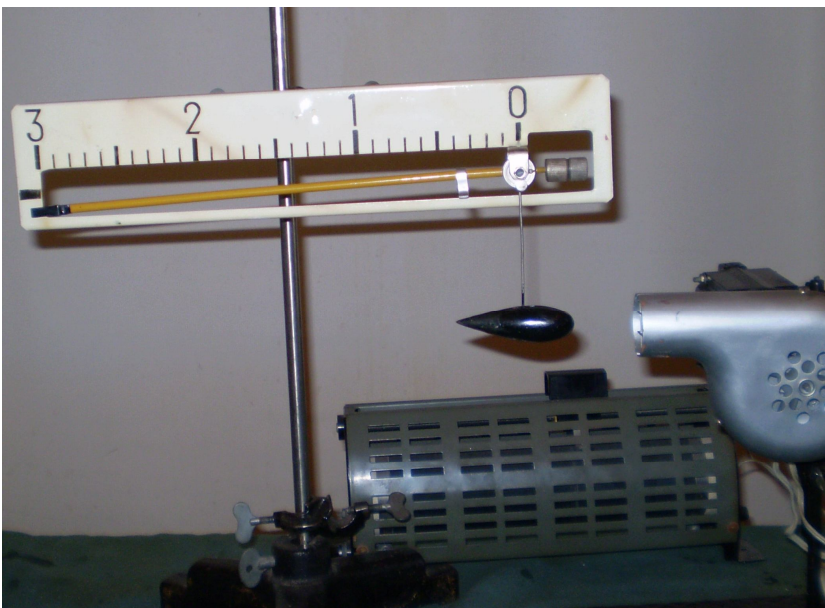
Св. 15.  
Прилад для демонстрації особливостей обтікання тіл різної форми.



12	Обтікання перешкод потоком рідини	-ФОС; -прилад для демонстрації обтікання; -розтертий абак (можна від звичайних цигарок).	Св. 15.
13	Аеродинамічні ваги	-чутливі ваги; -компресор; -тіла різної форми	Св. 16.

Св. 16.

Чутливі ваги для визначення впливу форми тіл, що обтікаються потоком на опір відносного руху(лобовий опір).



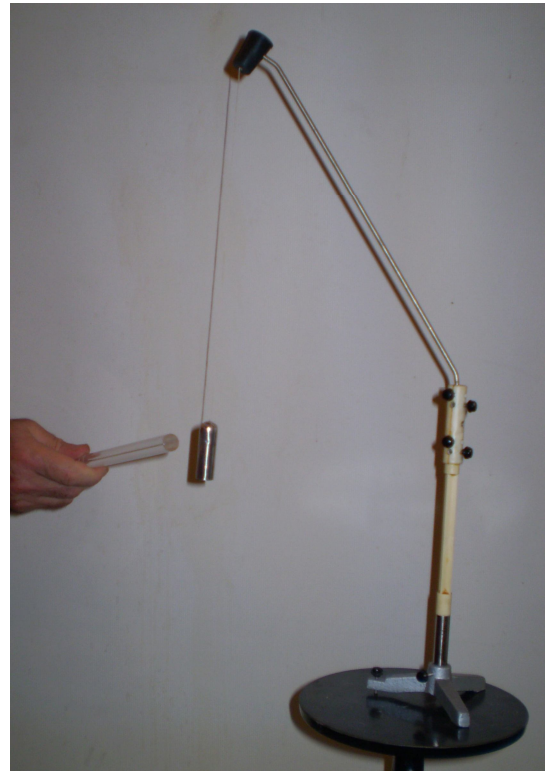
Св. 17.  
Модельна демонстрація розташування  
рівня води у посудинах, що сполучаються.



## V. ЕЛЕКТРОСТАТИКА

№	Назва досліду (серії дослідів, лекційної демонстрації)	Обладнання	Коментар (які саме фізичні явища чи ефекти демонструються, труднощі демонстрації та організаційні поради)
1	Електричні заряди та їх взаємодія	<ul style="list-style-type: none"> <li>- маятник електростатичний на ізолюючому штативі;</li> <li>- паличка з оргскла;</li> <li>- підйомний столик;</li> <li>- папір</li> </ul>	<p>Св. 1.</p> <p>Зарядження здійснюється при натиранні стрижня за допомогою звичайного паперу з учнівського зошиту.</p>

Св. 1.  
Взаємодія циліндру з фольги із зарядженим стрижнем з оргскла.



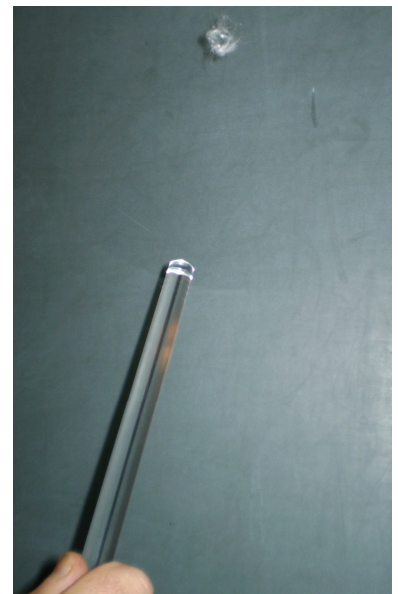
2	Відхилення струменя води поблизу зарядженого тіла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- банка із водою із краном;</li> <li>- стрижень з оргскла;</li> <li>- підйомний столик;</li> <li>- папір;</li> <li>- кювета</li> </ul>	Св. 2.
---	---	---	--------



Св. 2  
Відхилення струменя води у електричному полі.

3	Ширяння зарядженого клаптику вати	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вата;</li> <li>- стрижень з оргскла;</li> <li>- підйомний столик;</li> <li>- папір</li> </ul>	Св. 3.
---	-----------------------------------	--	--------

Св. 3.  
Ширяння клаптику вати



4	Подільність електричного заряду	розрядник на ізолюючій ручці; стрижень з оргскла; підйомний столик; папір; електрометри(2)	<p style="text-align: center;">Св. 4.</p> <p style="text-align: center;">Заряд, який передається одному електрометру можна розподілити між двома електрометрами</p>
---	---------------------------------	--	---





Св. 4.  
Розподіл зарядів на електрометрах.

5	Розподіл зарядів на поверхні провідника	кондуктор конусоподібний; стрижень з оргскла; підйомний столик (3); папір; сітка Кольбе; електрометр; пробна кулька на ізолюючій ручці	Св. 5.
---	---	--	--------

Св. 5.  
Обладнання для аналізу розподілу зарядів по поверхні



6	Електричний вітер	<ul style="list-style-type: none"> <li>- свічка;</li> <li>- стрижень з оргскла;</li> <li>- підйомний столик;</li> <li>- папір;</li> <li>- сірники;</li> <li>- вістря від електрометру;</li> <li>- електрофорна машина;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- штатив ізольований</li> </ul>	Св. 6.
---	-------------------	---	--------

Св. 6.  
Демонстрація «електричного вітру»

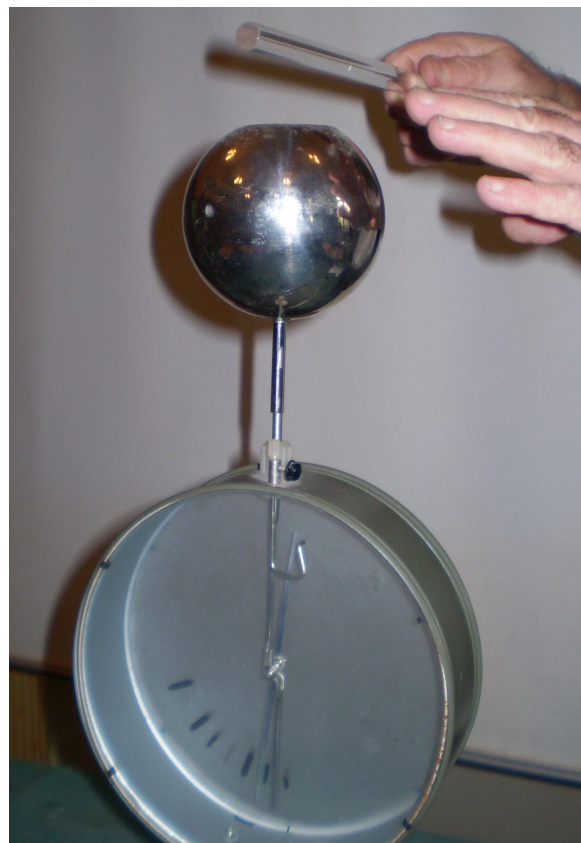


7	Електростатичний двигун	<ul style="list-style-type: none"> <li>- електрофорна машина;</li> <li>- колесо Франкліна;</li> <li>- підйомний столик;</li> <li>- з'єднуючий провідник;</li> <li>- електростатичний столик</li> </ul>	Св. 7
---	-------------------------	--	-------

Св. 7.  
«Електричний вітер» штовхає колесо Франкліна.



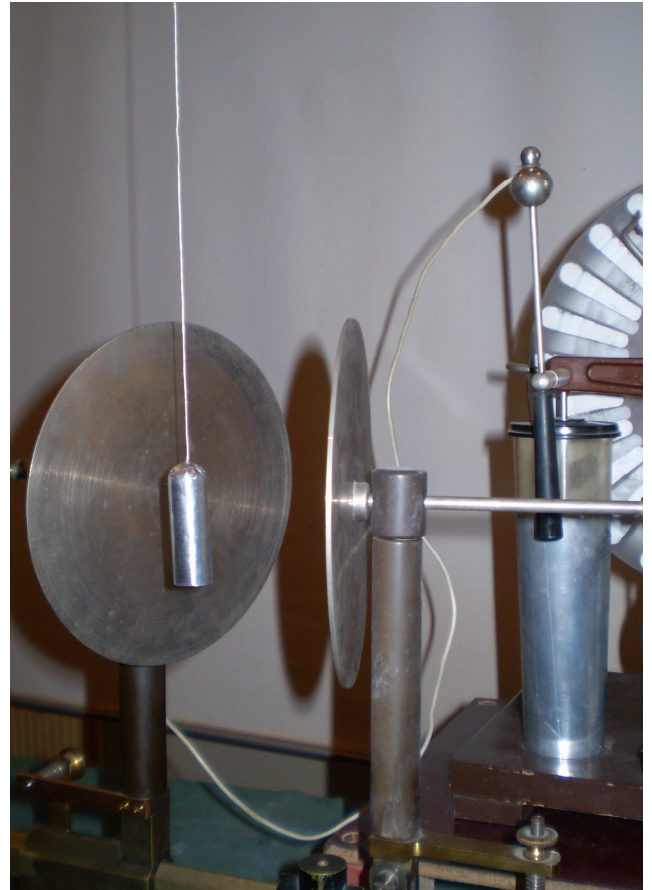
Св. 8.  
Демонстрація електростатичної індукції



8	Електростатична індукція	<ul style="list-style-type: none"> <li>- електрометри (2);</li> <li>- папір;</li> <li>- підйомний столик 2);</li> <li>- шовкова тканина;</li> <li>- саморобний прилад</li> <li>- паличка з оргскла;</li> <li>- розрядник на ізолюючій ручці</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св. 8</p> <p>Спочатку демонструється вплив зарядженої палички без торкання кулькового кондуктора (св.8). (На стрілочці утворюється від'ємний заряд). Торкання рукою кондуктора при наближенні палички дозволяє надлишковим електронам перейти на тіло людини.(стрілочка опуститься). Надалі прибирають спочатку руку а далі і паличку, що приведе до того, що позитивний заряд розійдеться по всій системі і стрілочка знову відхилиться</p>
---	--------------------------	--	---

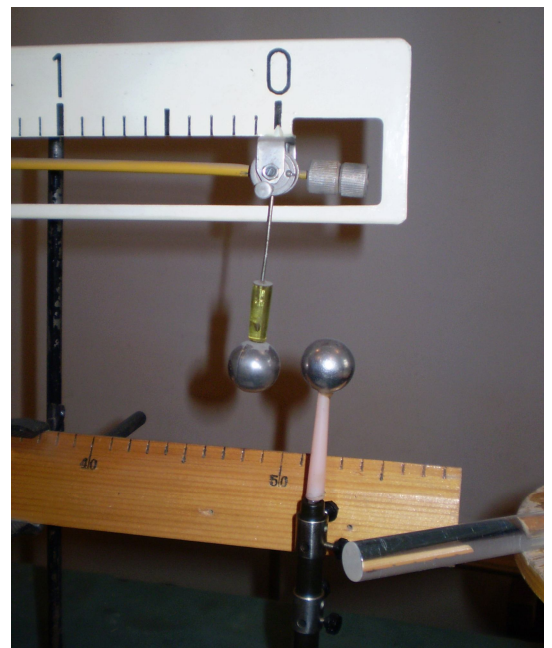
9	Прилипання гумової кульки	<ul style="list-style-type: none"> <li>-гумова надувна кулька;</li> <li>-нитка;</li> </ul>	<p>Заряджена гумова кулька прилипає до одягу(а, взагалі, до будь-яких предметів у кімнаті.</p>
10	Електростатичний маятник	<ul style="list-style-type: none"> <li>-маятник електростатичний на ізолюючому штативі;</li> <li>-електрофорна машина;</li> <li>-плоска повітряна ємність;</li> <li>-електростатичний столик;</li> <li>-з'єднувальні провідники;</li> <li>-кювета</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св. 9</p>

Св. 9.  
Коливання металевого маятника на ізолюючому підвісі у електричному полі



11	Дослід Кулона	<ul style="list-style-type: none"> <li>- чутливі ваги;</li> <li>- паличка з оргскла;</li> <li>- підйомний столик;</li> <li>- папір;</li> <li>- метр демонстраційний;</li> <li>- електрофорна машина;</li> <li>- металеві кульки (2);</li> <li>(а) кулька на ізолюючому штативі, б) кулька на ізолюючій ручці;</li> <li>- з'єднувальні провідники</li> </ul>	Св. 10
----	---------------	---	--------

Св. 10.  
Демонстрація методики дослід Кулона.

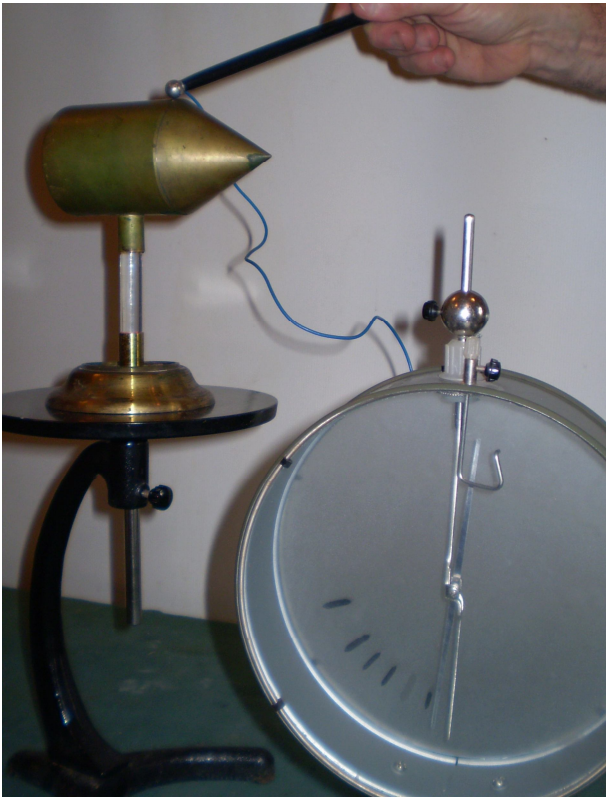


12	Силкові лінії електричного поля	<ul style="list-style-type: none"> <li>- паперові султани на ізолюючих штативах;</li> <li>- манна крупа;</li> <li>- ПДС;</li> <li>- сітка Кольбе (2);</li> <li>- електрофорна машина;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- машинне мастило;</li> <li>- ФОС</li> </ul>	Св. 11.
----	---------------------------------	---	---------

Св. 11.  
Обладнання для демонстрації силових ліній електричного поля.



13	Еквіпотенціальні і поверхні	<ul style="list-style-type: none"> <li>- електрометр;</li> <li>- паличка з оргскла;</li> <li>- підйомний столик;</li> <li>- папір;</li> <li>- конусоподібний кондуктор;</li> <li>- кулька пробна на ізолюючій ручці</li> </ul>	Св. 12.
14	Поняття ємності. Конденсатори	<ul style="list-style-type: none"> <li>- електрометр;</li> <li>- паличка з оргскла;</li> <li>- модель плоского повітряного конденсатору;</li> <li>- модель плоского повітряного конденсатору змінної ємності</li> </ul>	Св. 13.



Св. 12.  
Демонстрація зарядів на поверхні кондуктору



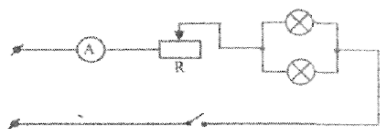
Св. 13. ↑  
Повітряні конденсатори.



Св. 14.  
Модель електрометру із паперовими клаптиками ←

## VI. ЕЛЕКТРИЧНИЙ СТРУМ У РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

№	Назва досліду (серії дослідів, лекційної демонстрації)	Обладнання	Коментар  (які саме фізичні явища чи ефекти демонструються, труднощі демонстрації та організаційні поради)
1	Важільний реостат	<ul style="list-style-type: none"> <li>- амперметр;</li> <li>- РСД;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- ВС 4-12;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- лампочка на підставці(2)</li> </ul>	<p>Обладнання, яке можна бачити на св.1., збирається у мережу відповідно схеми 1.</p> <p>Дві лампочки дозволяють чітко розрізнити зміну струму у мережі.</p>



Сх. 1. ↑

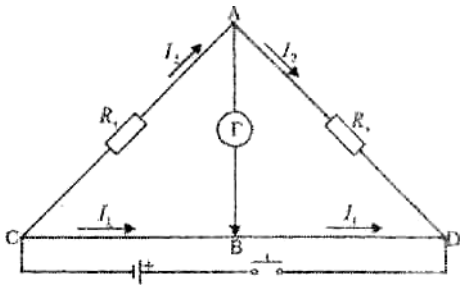
Використання змінного опору для зміни електричного струму.

Св. 1.

Обладнання для демонстрації дії важільного реостату



2	Місток Уїтстона	<ul style="list-style-type: none"> <li>- реохорд демонстраційний;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- ВС4-12;</li> <li>- підйомний столик(3);</li> <li>- гальванометр;</li> <li>- ключ телеграфний;</li> <li>- магазин опорів;</li> <li>- реостат повзунковий</li> </ul>	<p>Обладнання, яке можна бачити на св.2., збирається у мережу відповідно схеми 2.</p>
---	-----------------	---	---

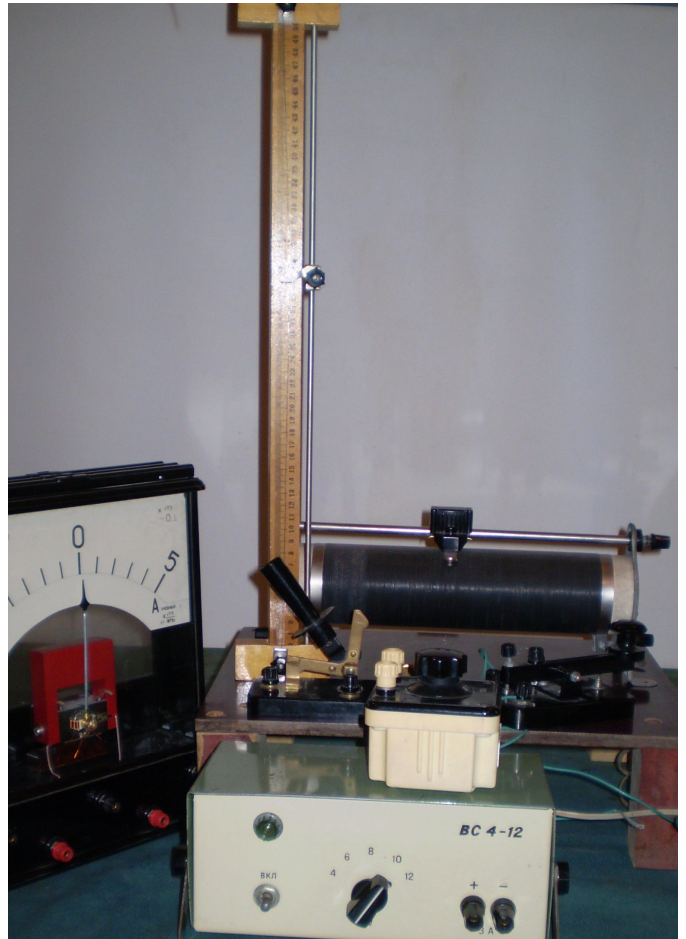


Сх. 2. ↑

Мережа для підключення містка Уїтстона

Св. 2.

Обладнання для вимірювання невідомого опору



3	Демонстрація прояву термо-е.р.с.	термопара (залізо-константан); з'єднувальні провідники; сірники; підйомний столик(2); гальванометр; дзеркальний гальванометр; термостовпчик(константан-ніхром)	Св.2.
---	----------------------------------	--	-------

Св. 3.

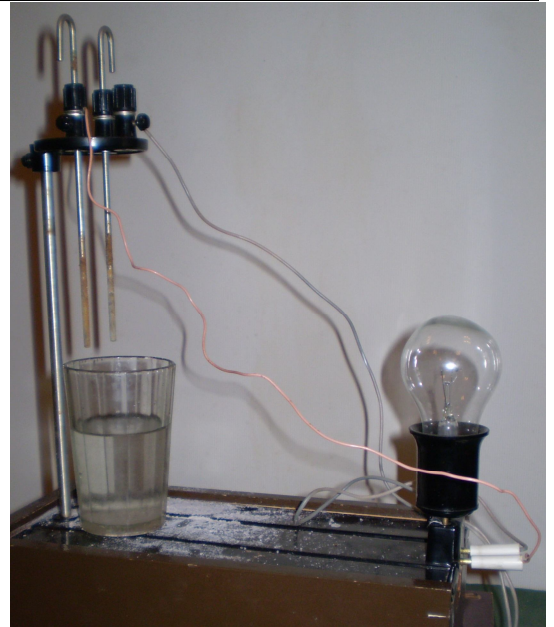
Обладнання для демонстрації термо-е.р.с.





4	Порівняння електропровідності і електролітів.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- прилад для дослідів з хімії з електричним струмом;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- склянка із водою;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- сіль (<i>NaCl</i>);</li> <li>- кювета</li> </ul>	Св.4.
---	---	--	-------

Св. 4  
Демонстрація залежності провідності води від кількості розчиненої солі



5	Електропровідність скла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- саморобний прилад;</li> <li>- спиртовий пальник;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- сірники;</li> <li>- підйомний столик</li> </ul>	Св.5.
---	-------------------------	--	-------

Св. 5  
Демонстрація залежності провідності скла від температури



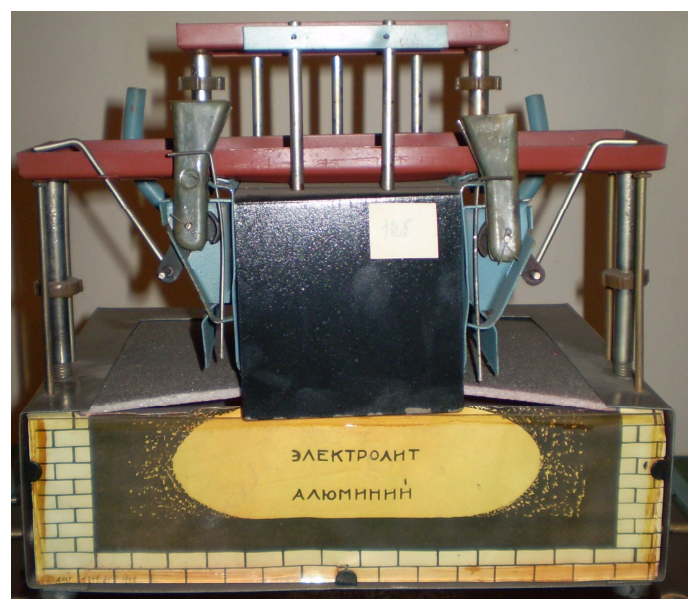
6	Електроліз розчину мідного купоросу	ВС4-12; ключ; з'єднувальні провідники; водний розчин $CuSO_4$ ; підйомний столик	Св.6.
---	-------------------------------------	--	-------

Св. 6  
Обладнання для демонстрації явища електролізу



7	Принцип дії промислового електролізера для стопу алюмінію	модель електролізера	Св.7.
---	---	----------------------	-------

Св. 7  
Модель промислового електролізера



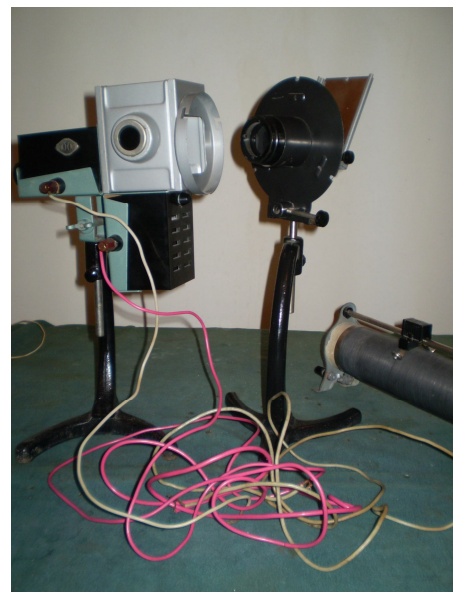
8	Іонізація газів	<ul style="list-style-type: none"> <li>- плоский конденсатор;</li> <li>- електрометр;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- паличка з оргскла;</li> <li>- підйомний столик;</li> <li>- сірники;</li> <li>- папір</li> </ul>	Св.8.
---	-----------------	--	-------

Св.8  
Обладнання для демонстрації  
явища іонізації газів



9	Електрична дуга	<ul style="list-style-type: none"> <li>- прилад для отримання дуги;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- екран;</li> <li>- реостат повзунковий;</li> <li>- об'єктив із поворотним дзеркалом від ФОСа на підставці;</li> <li>- електроцист</li> </ul>	Св.9.
---	-----------------	--	-------

Св. 9  
Обладнання для демонстрації електричної дуги

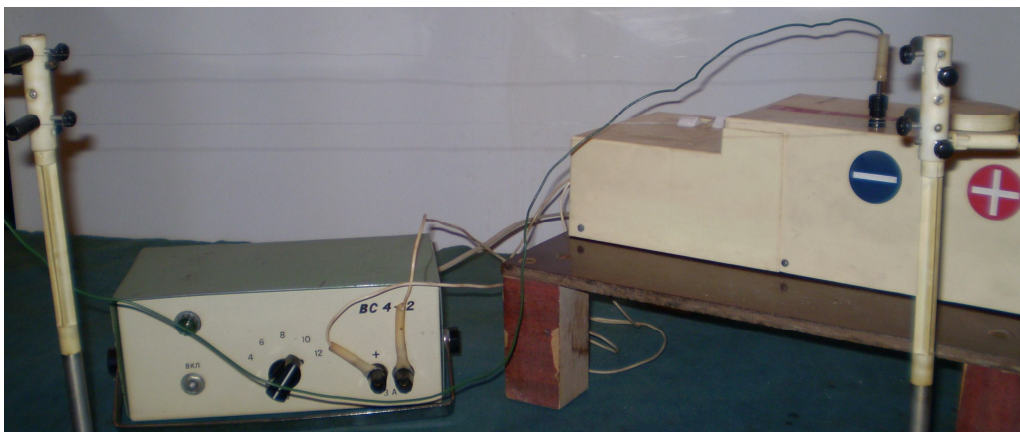


10	Іскровий розряд у повітрі	<ul style="list-style-type: none"> <li>- електрофорна машина;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- ВС4-12;</li> <li>- підйомний столик;</li> <li>- перетворювач «Розряд-1»</li> </ul>	Перетворювач «Розряд-1» представлений на задньому плані Св.10.
----	---------------------------	---	--

Св. 10.  
Демонстрація електричного струму у трубці із розрідженим повітрям



11	Електричний струм у розрідженому повітрі	<ul style="list-style-type: none"> <li>- двохелектродна трубка для демонстрації електричного розряду із вакуумним шлангом;</li> <li>- насос Комовського;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- ВС4-12;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- столик;</li> <li>- штатив</li> </ul>	Св.10.
----	--	---	--------



Св. 11.  
Коронний розряд

12	Коронний розряд	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ізолюючий штатив(2);</li> <li>- тонкий дрiт;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- ВС4-12;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- перетворювач «Розряд-1»;</li> <li>- столик</li> </ul>	Св.11.
----	-----------------	---	--------

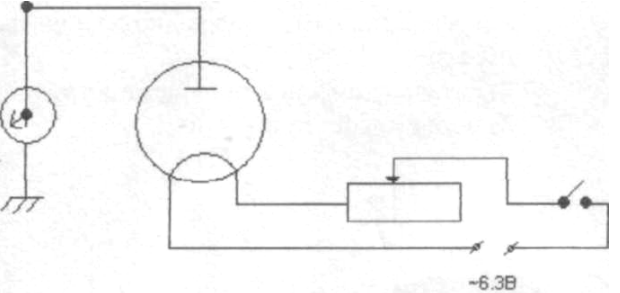
Св. 12.  
Обладнання для  
демонстрації катодних  
променів



13	Катодні промені	<ul style="list-style-type: none"> <li>- трубка вакуумна із зіркою;</li> <li>- трубка вакуумна із екраном(<math>Zn_2SO_4</math>);</li> <li>- трубка вакуумна зі млином з'єднувальні провідники;</li> <li>- BC4-12;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- перетворювач «Розряд-1»;</li> <li>- столик</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св.12. Демонстрація у школі заборонена.</p>
----	-----------------	---	--

## VII. ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ У РІЗНИХ СЕРЕДОВИЩАХ

### §1. Електричний струм у вакуумі

№	Назва досліду (серії дослідів, лекційної демонстрації)	Обладнання	Коментар (які саме фізичні явища чи ефекти демонструються, труднощі демонстрації та організаційні поради)
1	Явище термоелектронної емісії	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- діод електронновакуумний демонстраційний;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- електрометр;</li> <li>- реостат;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- ключ;</li> <li>- паличка з оргскла;</li> <li>- ВУП-2;</li> <li>- екран;</li> <li>- паличка з ебоніту на ізолюючій ручці;</li> <li>- об'єктив з оборотною призмою;</li> <li>- кювета;</li> <li>- універсальний штатив(для екрану);</li> <li>- підставочний столик;</li> <li>- розрядник на ізолюючій ручці</li> </ul>	<p>Для демонстрації явища обладнання, яке представлено на св.1, збирається у електричну мережу відповідно до Сх.1.</p>  <p style="text-align: center;">Сх 1.</p>

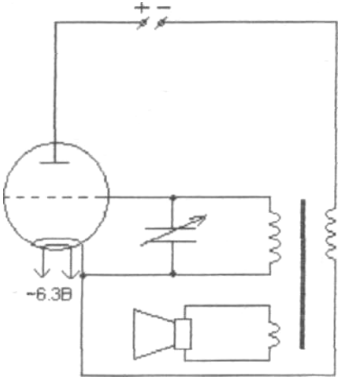
Св. 1.  
Обладнання для  
демонстрації явища  
термоелектронної емісії



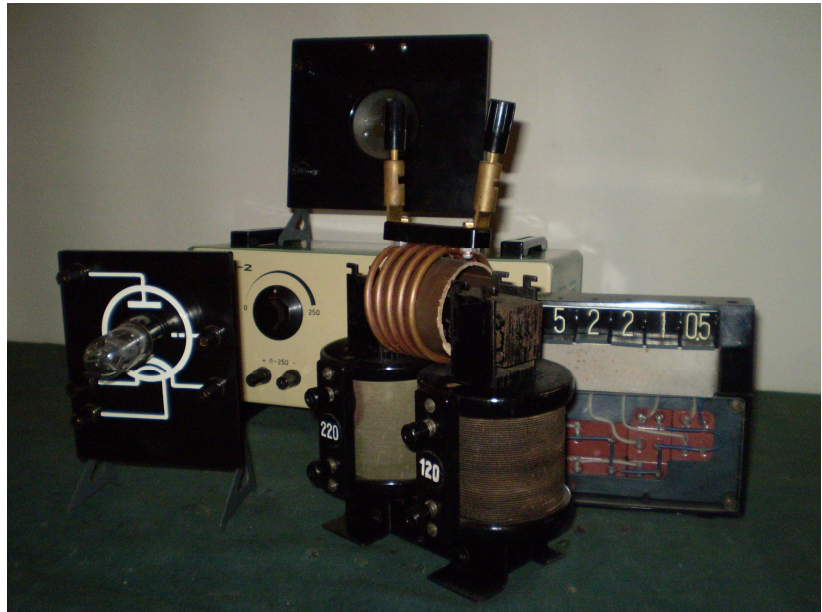
<p>2</p>	<p>Трьохелектродна електронна лампа. Дія сітки.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- електронна лампа на панелі від радіотехнічного набору демонстраційна;</li> <li>- підйомний столик(3);</li> <li>- тріод електронновакуумний демонстраційний;</li> <li>- кондуктор кульковий від електрометру;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- ізолюючий штатив;</li> <li>- паличка з оргскла;</li> <li>- ВУП-2;</li> <li>- екран;</li> <li>- кювета;</li> <li>- аркушик паперу;</li> <li>- паличка з ебоніту на ізолюючій ручці;</li> <li>- об'єктив з оборотною призмою;</li> <li>- вістря від електрометру;</li> <li>- універсальний штатив(для екрану);</li> <li>- підставочний столик;</li> <li>- гальванометр від амперметра</li> </ul>	<p>Для демонстрації явища обладнання, яке представлено на св.2, збирається у електричну мережу відповідно до Сх.2.</p>  <p>Сх.2.</p>
----------	---	--



Св.2.  
Обладнання для демонстрації принципу дії трьохелектродної електронної лампи.

3	Явище термоелектронної емісії	<ul style="list-style-type: none"> <li>- електронна лампа на панелі від радіотехнічного набору;</li> <li>- підйомний столик(3);</li> <li>- трансформатор універсальний;</li> <li>- гучномовець від радіотехнічного набору;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- батарея ємностей демонстраційна;</li> <li>- ВУП-2;</li> <li>- підставочний столик;</li> </ul>	<p>Для демонстрації явища обладнання, яке представлено на св.3, збирається у електричну мережу відповідно до Сх.3.</p>  <p style="text-align: center;">Сх.3.</p>
---	-------------------------------	---	--

Св.3.  
Обладнання для демонстрації дії трьохелектродної лампи



4	Будова та дія електронно-променевої трубки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- демонстраційний прилад «Електроніка»;</li> <li>- магніт прямий;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- ВУП-2;</li> <li>- підставочний столик(2);</li> <li>- електронна трубка розбірна</li> </ul>	Св.4
---	--	--	------





С  
Д  
в.4.  
іюч  
а  
мод  
ель  
елек  
тро  
нно-  
про  
мен  
евої

трубки та її розбірна модифікація.

5	Знайомство із електронним осцилографом шкільного типу	<ul style="list-style-type: none"> <li>- осцилограф шкільний;</li> <li>- мікрофон;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- трансформатор 120×4;</li> <li>- електрична лампочка 6,3 В на підставці;</li> <li>- електроцит</li> </ul>	Обладнання для демонстрації використовується теж саме, що і в темі «коливання та хвилі» (див. св.6)
---	---	--	---

## §2. Електричний струм у напівпровідниках



Св.5

Обладнання для демонстрацій специфіки електричного струму у напівпровідниках

6	Зміна опору напівпровідників при нагріванні та охолодженні.	-термістор ММТ-4; -фізичний штатив; -з'єднувальні провідники; -реостат; -підйомний столик; -транзистор; -фізичний штатив; -гальванометр від амперметра; -ВС4-12; -сірники	У цій та наступних демонстраціях використовується типове обладнання, в тому числі, набір напівпровідникових приладів демонстраційний, що наведені на св. 5.
7	Зміна опору напівпровідників при опромінюванні світлом	-фоторезистор ФСК-1; -фізичний штатив; -з'єднувальні провідники; -підйомний столик; -гальванометр від вольтметра; -ВС4-12; -електролампа (220В×100Вт)	
8	«Електронна» та «діркова» типи провідності напівпровідників	-термоелемент; -фізичний штатив; -з'єднувальні провідники; -підйомний столик; -гальванометр від вольтметра; -нагрівач(електричний паяльник на 40Вт)	
9	Провідність електронно-діркового переходу	-діоди; -фізичний штатив; -амперметр; -підйомний столик; -ВС 4-12; -реостат; -ключ; -з'єднувальні провідники;	
10	Дія напівпровідникового фотоелементу	-фотоелемент; -фізичний штатив; -з'єднувальні провідники; -підйомний столик; -гальванометр від амперметра; -електролампа (220В×100Вт)	
11	Електронно-дірковий перехід у транзисторі	-транзистор; -фізичний штатив; -амперметр; -підйомний столик; -реостат; -ключ; -з'єднувальні провідники	

## VIII. ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ЯВИЩА

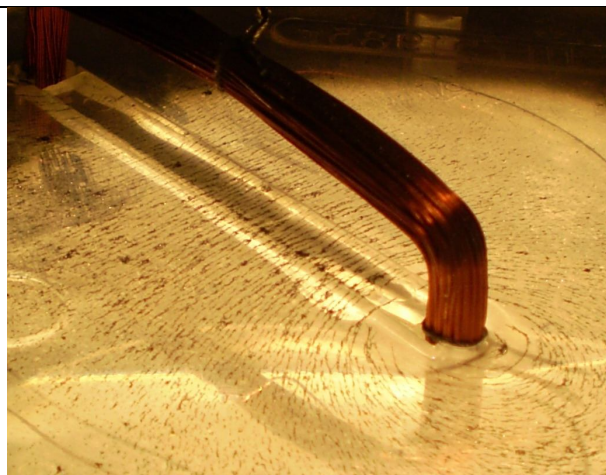
№	Назва досліду (серії дослідів, лекційної демонстрації)	Обладнання	Коментар (які саме фізичні явища чи ефекти демонструються, труднощі демонстрації та організаційні поради)
1	Взаємодія магнітних стрілок	<ul style="list-style-type: none"> <li>- магнітна стрілка на підставці(2);</li> <li>- магніт прямий;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- компас</li> </ul>	Демонстрація взаємодії стрілок (св. 1.)

Св. 1.  
Взаємодія магнітних стрілок

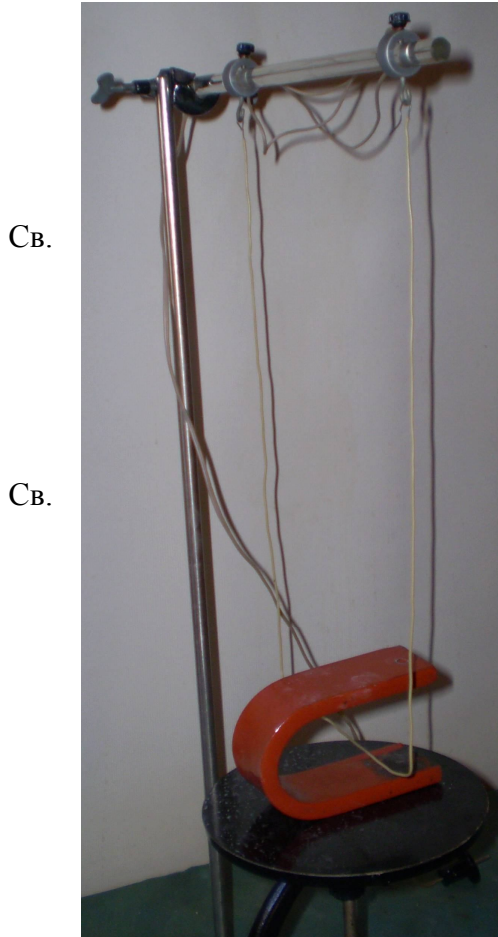


2	Конфігурація магнітного поля	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ВС 4-12;</li> <li>- ФОС;</li> <li>- набір приладів для демонстрації магнітного поля;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- коробочка із залізними ошурками;</li> <li>- вимикач</li> </ul>	Обладнання знайоме по іншим демонстраціям. На світлині(Св. 2) показаний прилад із моделлю кругового струму, який розташований на фокусуючій лінзі ФОСа. Залізні ошурки візуалізують лінії магнітної індукції.
---	------------------------------	---	---

Св. 2.  
Конфігурація магнітного поля прямокутного соленоїду(металеві ошурки розташувались вздовж силових ліній магнітного поля на скляній пластині, що освітлюється на ФОСі).



3	Дія магнітного поля на електричний струм	штатив; рамка; магніт підковоподібний; з'єднувальні провідники; підйомний столик; вимикач	Св. 3
---	--	--	-------



Св.

Св.

3.  
Виштовхування провідника із струмом з магнітного поля



4  
Взаємодія двох паралельних струмів

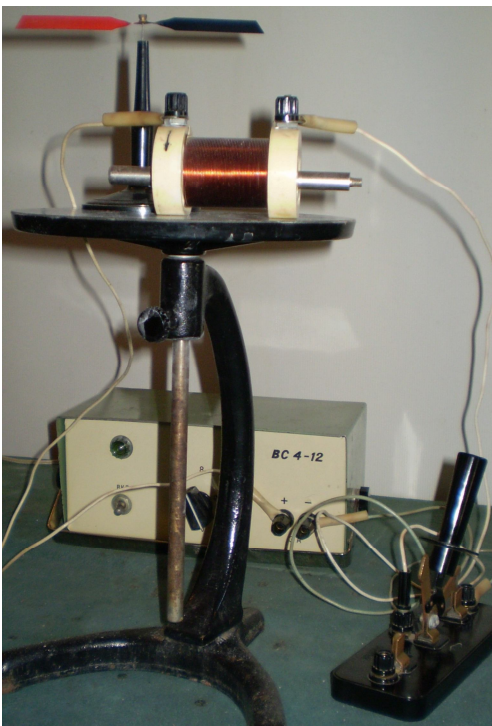


4	Взаємодія двох паралельних струмів	саморобний прилад із станіолевими стрічками; з'єднувальні провідники; електрощит	Св. 4
5	Дослідження магнітного поля електричного струму	амперметр; ЗГ; вимикач; підставочний столик; ВС 4-12; індикатор індукції магнітного поля І 554; котушка-соленоїд для демонстрації магнітного поля; прямий магніт; штатив; підйомний столик (2)	Св.5



Св. 5

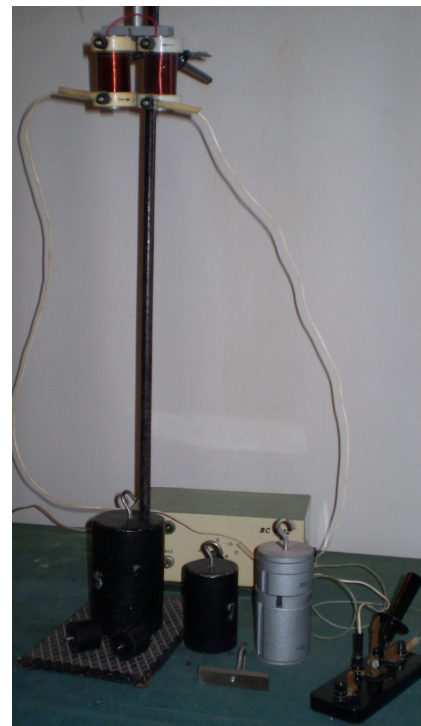
Обладнання для демонстрації магнітного поля електричного струму.



Св. 6.  
Демонстрація впливу  
сердечника



Св. 7  
Електромагніт



6	Підсилююча дія сердечника	BC 4-12; котушка від розбірного електромагніту; металевий сердечник; вимикач; з'єднувальні провідники; магнітна стрілка на підставці	Св. 6
---	------------------------------	--	-------

7	Дослідження магнітного поля електричного струму	штатив; електромагніт розбірний; вимикач; підставочний столик; з'єднувальні провідники; набір вантажів; мішечок із піском; підйомний столик	Св.7 (Магніт, який демонструється на світлині спроможний забезпечити утримання вантажу до 8 кГ)
---	---	--	--



Св. 8.

Прилад-модель для демонстрації доменної будови феромагнетиків.

8	Доменна будова феромагнетиків	прилад-модель демонстраційна; магніт підковоподібний; ФОС; магніт полосовий;	Св. 8
---	-------------------------------	---	-------

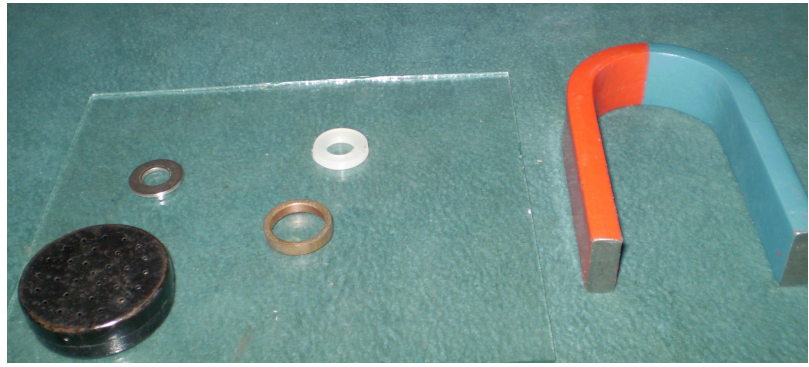
Св. 9.

Металеві та керамічні магніти та цвяхи для утворення магнітного ланцюга.



9	Магніти та їх вплив на магнетики	магніт полосовий; магніт підковоподібний; набір керамічних магнітів; дрібні цвяхи; штатив	Св. 9
---	----------------------------------	---	-------

Св. 10.  
Обладнання для демонстрації  
спектрів магнітів



10	Спектри магнітів	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС</li> <li>- магніт підковоподібний;</li> <li>- скляна пластина;</li> <li>- коробочка-сито із металевими ошурками;</li> <li>- кільце мідне;</li> <li>- кільце залізне;</li> <li>- кільце поліетіленове</li> </ul>	Св. 10
----	------------------	--	--------



Св. 11.  
Моделі приладів, у яких використовується магнітна дія електричного струму.

11	Застосування електромагнітів	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дзвоник електричний демонстраційний;</li> <li>- мікрофон демонстраційний;</li> <li>- модель телеграфного апарату;</li> <li>- вимикач телеграфний;</li> <li>- олівець;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- ВС 4-12</li> </ul>	Св. 11
----	------------------------------	--	--------

## ІХ. ЕЛЕКТРОДИНАМІКА

№	Назва досліду (серії дослідів, лекційної демонстрації)	Обладнання	Коментар (які саме фізичні явища чи ефекти демонструються, труднощі демонстрації та організаційні поради)
1	Явище електромагнітної індукції	- гальванометр від вольтметра; - магніт прямий; - підйомний столик(2); - котушка(соленоїд); - низьковольтна лампочка на підставці; - з'єднувальні провідники; - МЕМ-1	Св. 1.

Св. 1.  
Обладнання для демонстрації явища електромагнітної індукції





2	Правило Ленца	<ul style="list-style-type: none"> <li>- прилад для демонстрації правила Ленца;</li> <li>- магніт підковоподібний;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- дросельна котушка (соленоїд);</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- ярмо від сердечника універсального трансформатору;</li> <li>- алюмінієве кільце від універсального трансформатору;</li> <li>- вимикач</li> <li>- клин від машини Атвуда;</li> <li>- електроцит</li> </ul>	Св. 2.
---	---------------	--	--------



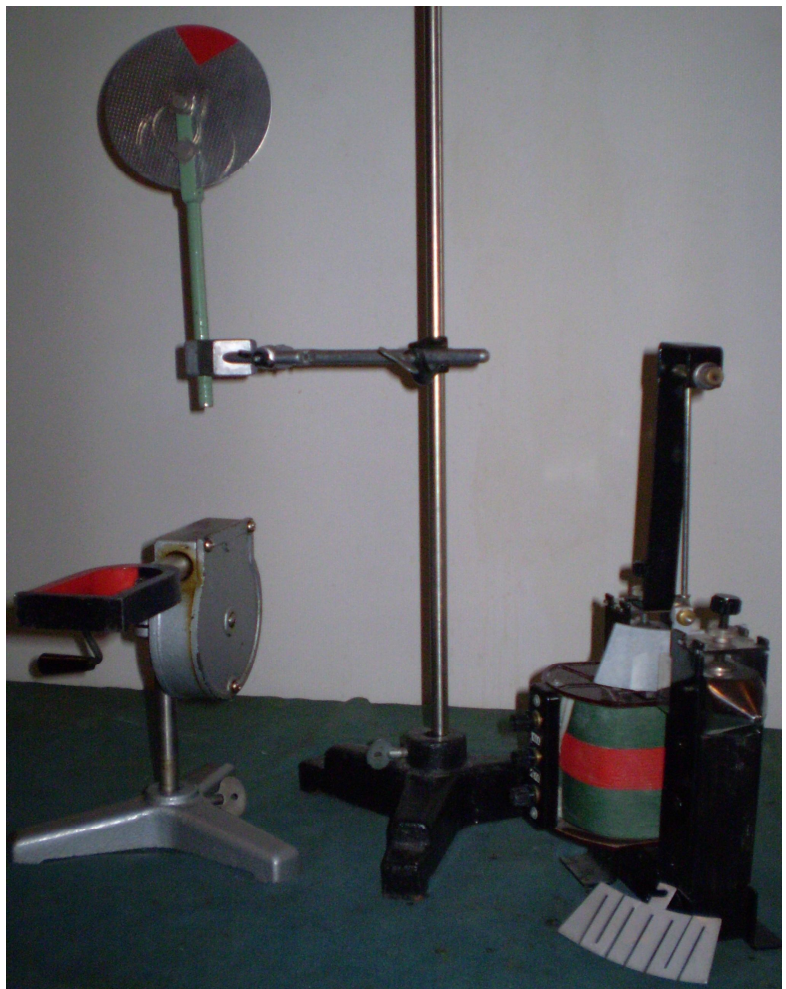
Св.2  
Обладнання для демонстрації  
наслідків дії правила Ленца.

3	Індукція у суцільних середовищах	<ul style="list-style-type: none"> <li>-прилад для демонстрації вихрових електричних струменів;</li> <li>-штатив універсальний;</li> <li>-підйомний столик;</li> <li>-дросьельна котушка (соленоїд);</li> <li>-з'єднувальні провідники;</li> <li>-обладнання від універсального трансформатору;</li> <li>-відцентрова машина;</li> <li>-вимикач;</li> <li>-електроцит</li> </ul>	Св. 3.
---	----------------------------------	--	--------

Св. 3.  
Обладнання для демонстрації вихрових електричних струменів



Св. 4.  
Телефон та мікрофон



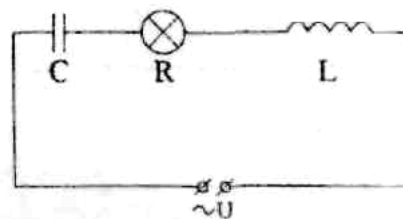
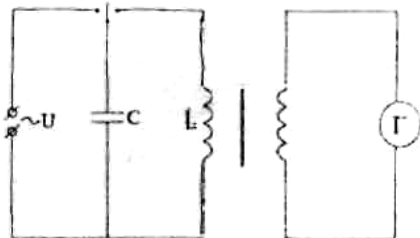
4	Мікрофони та телефони електродинамічно і системи	<ul style="list-style-type: none"> <li>-з'єднувальні провідники;</li> <li>-ДЕМ-4М;</li> <li>-ВУП-2;</li> <li>-підсилювач від набору радіотехнічного;</li> <li>-динамік від набору радіотехнічного</li> </ul>	Св. 4. Демонстрація роботи приладів не вимагає ніякого додаткового живлення. Телефон та мікрофон підключаються паралельно один одному. Використання вугільного мікрофону(телефонної слухавки) передбачає додаткове живлення
---	--	--	---

5	Розпалювання люмінесцентної лампи	<ul style="list-style-type: none"> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- діюча модель люмінесцентної лампи;</li> <li>- ВУП-2;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- електрощит</li> </ul>	Св. 5
---	-----------------------------------	--	-------

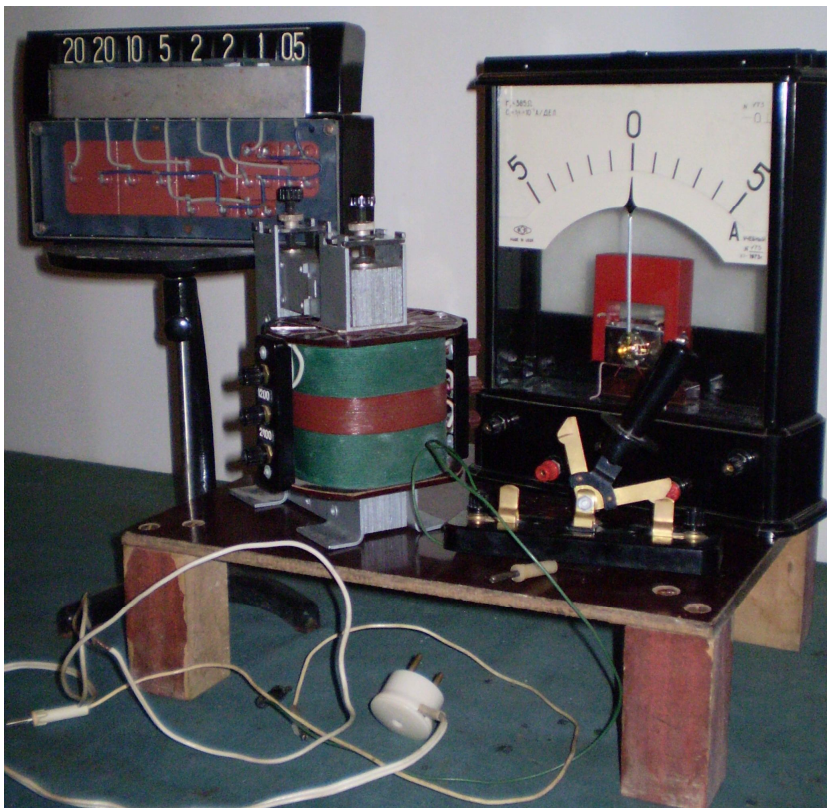
Св. 5.  
Діюча модель люмінесцентного світильника.



6	Вільні електричні коливальні контури	<ul style="list-style-type: none"> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- замкнений сердечник від універсального трансформатору;</li> <li>- дросельна котушка;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- гальванометр від амперметра;</li> <li>- батарея ємностей демонстраційна;</li> <li>- перемикач однополюсний;</li> <li>- електрощит;</li> <li>- підставочний столик</li> </ul>	<p>Св. 6. Параметри стрибків показів гальванометру можна змінювати регулюючи параметри ємності в мережі.</p>
---	--------------------------------------	---	--



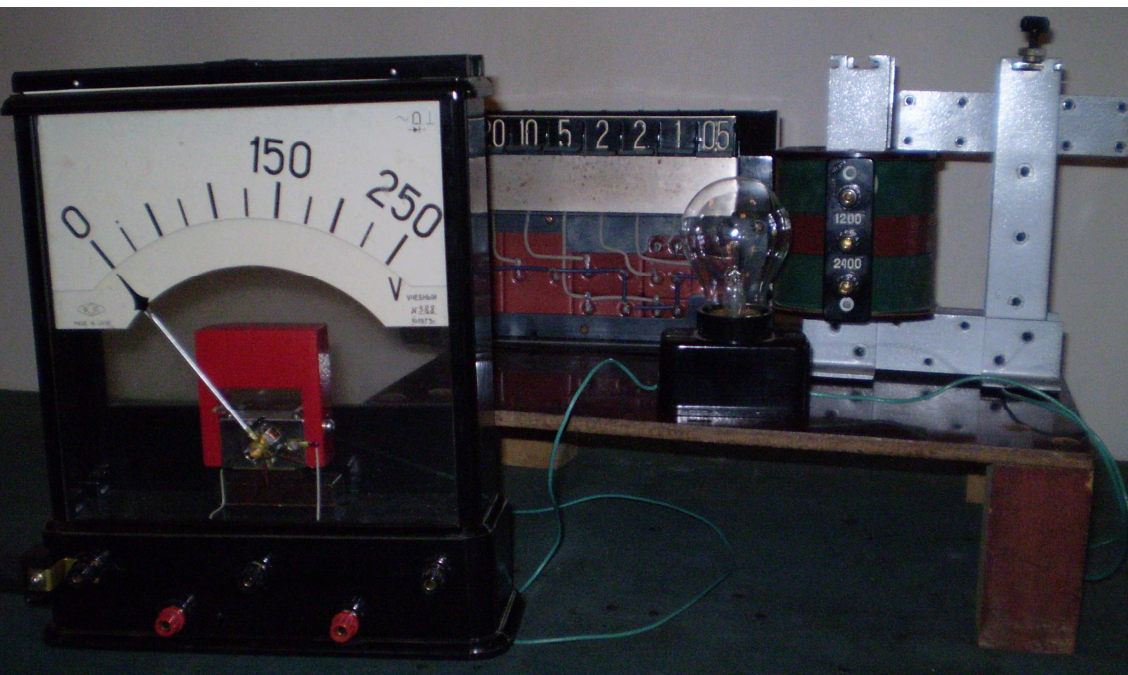
Сх.2  
Коливальні контури для дослідів 6 та 7.



Св. 6  
Обладнання для демонстрації  
вільних коливань



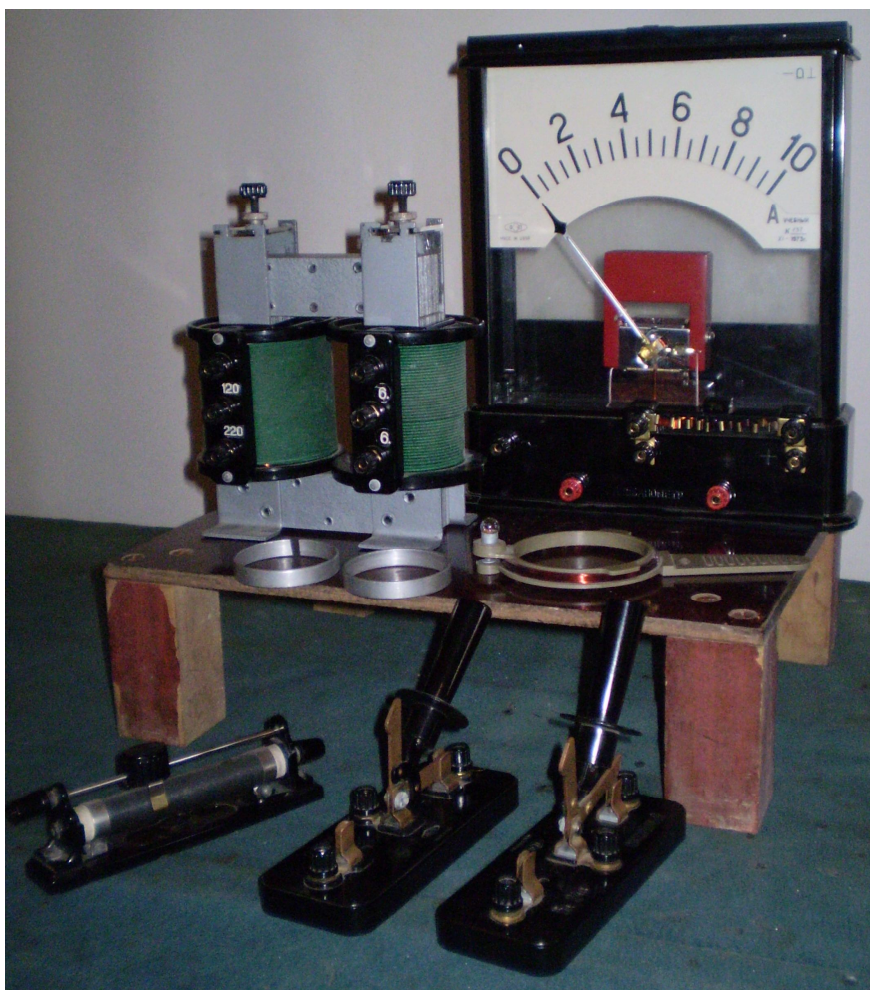
Св. 7  
Обладнання для демонстрації  
послідовного коливального  
контуру



7	Розподіл напруги в мережі змінного струму зі сумісним навантаженням	<ul style="list-style-type: none"> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- лампа на 220V;</li> <li>- дросельна котушка із незамкненим сердечником від універсального трансформатора;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- вольтметр демонстраційний;</li> <li>- батарея ємностей демонстраційна;</li> <li>- ключ;</li> <li>- електрощит;</li> <li>- підставочний столик</li> </ul>	<p>Св. 7.</p> <p>Відстежуються падіння напруги на кожному з елементів контуру та зіставляються із загальним значенням напруги. Тобто перевіряється справедливність виразу:</p> $U_{\Sigma} = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$
---	---	--	--

8	Однофазний трансформатор	<ul style="list-style-type: none"> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- лампа на 3,5V на підставці;</li> <li>- дросельна котушка із незамкненим сердечником від універсального трансформатору;</li> <li>- підйомний столик(2);</li> <li>- амперметр демонстраційний;</li> <li>- реостат;</li> <li>- вимикач(2);</li> <li>- електроцист;</li> <li>- трансформатор 120 V×4V на панелі;</li> <li>- осцилограф;</li> <li>- підставочний столик</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св. 8.</p> <p style="text-align: center;">Демонструються:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- холостий хід (мінімальне значення сили струму);</li> <li>- регулювання сили струму опором навантаження;</li> <li>- вплив сердечнику;</li> <li>- правило Ленца;</li> <li>- вплив індуктивності на вмикання лампочки</li> </ul>
---	--------------------------	--	---

Св. 8  
Обладнання для демонстрації дії однофазного трансформатору



9	Електромагнітне реле	<ul style="list-style-type: none"> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- електромагнітне реле</li> <li>- лампа на 220V;</li> <li>- підйомний столик;</li> <li>- підставочний столик</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Св.9.</p>
---	----------------------	--	--

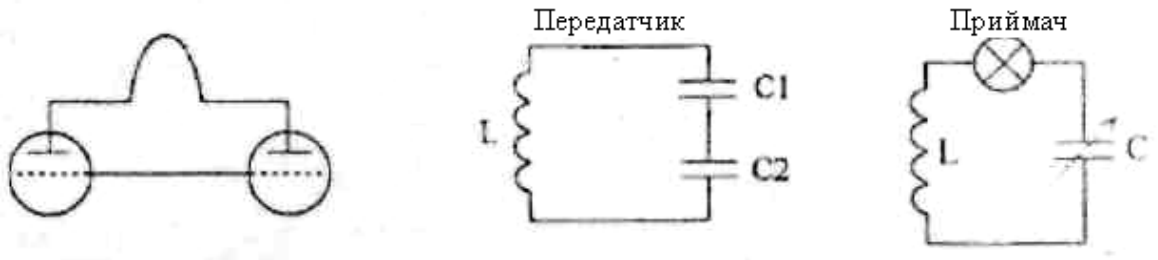


Св. 9.  
Демонстраційне реле.

10	Резонанс коливальних контурів	генератор УВЧ; ВУП-2; з'єднувальні провідники; підйомний столик(2);	Св. 10. Збурення електричних коливань у відкритому коливальному контурі. Загоряння лампочки в залежності від параметрів контуру
----	-------------------------------------	--	---

Св. 10  
Обладнання для  
демонстрації  
резонансу  
коливальних  
контурів

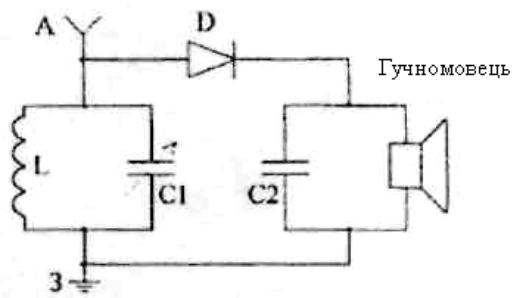




Сх.3  
Принципова схема для демонстрації резонансу коливальних контурів



Св.11  
Відкриті коливальні контури.



Сх.4.  
Схема детекторного приймача.



Св. 12.

Детекторний приймач

Св. 13.

Детекторний приймач із підсилювачем

11	Детекторний приймач	<ul style="list-style-type: none"> <li>- набір радіотехнічний;</li> <li>- ВУП-1 або ВУП-2;</li> <li>- з'єднувальні провідники;</li> <li>- телефон головний</li> </ul>	<p>Св. 12, 13. Демонстрацію дії детекторного приймача доцільно спочатку провести у найпростішому вигляді, а потім, із підключенням підсилювача та гучномовця</p>
----	---------------------	---	--



Св. 14

Обладнання для демонстрації вправ із сантиметровими хвилями

12	Поширення сантиметрових хвиль	<ul style="list-style-type: none"> <li>- прилад для вивчення властивостей електромагнітних хвиль;</li> <li>- ВУП-2;</li> <li>- УНЧ від набору радіотехнічного;</li> <li>- гальванометр від амперметра;</li> <li>- підйомний столик(3);</li> <li>- гучномовець від набору радіотехнічного</li> </ul>	<p>Обладнання дозволяє спостерігати наслідки відбиття, фокусування, поляризації сантиметрових хвиль(тобто явища відбиття, дифракції, заломлення, інтерференції та поляризації).</p>
----	-------------------------------	---	---



## **Х. ОПТИКА**

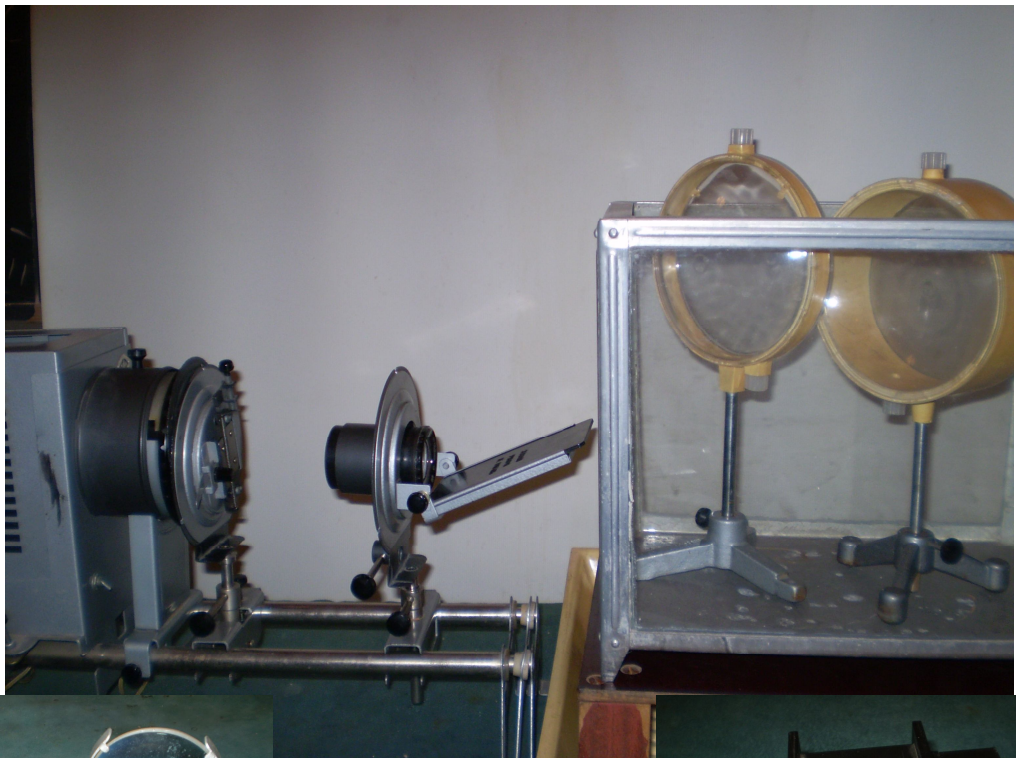
### **§1. Геометрична оптика**

№	Назва дослідів (серії дослідів, лекційної демонстрації)	Обладнання	Коментар (які саме фізичні явища чи ефекти демонструються, труднощі демонстрації та організаційні поради)
1	Відбиття світла від плоского дзеркала	-оптична шайба; -ВС 4-12;	Св. 1.  Тут та далі використовується прилад для вивчення явищ геометричної оптики(в тому числі, оптична шайба)
2	Відбиття світла від сферичного дзеркала	,	
3	Отримання зображень за допомогою дзеркал	,	
4	Пролодження світла через плоско паралельну пластину	,	
5	Заломлення та відбиття світла	+ -акваріум із водою; -кювета велика; -ФОС; -екран маленький; -штатив; -підставочний столик	Св. 1, 2
6	Заломлення світла у лінзах	+ -акваріум із водою; -кювета велика; -ФОС; -лінзи порожнисті; -штатив; -підставочний столик	Св. 1, 2  Порожністі лінзи занурюють у воду акваріума на шляху променя світла. Ефект обернений у порівнянні із аналогічними лінзами із скла у повітрі.



Св. 1.  
Оптична шайба, прилад з геометричної оптики та вгнуте дзеркало

Св.2.  
Обладнання для демонстрації явища заломлення світла у воді та порожнистих лінзах



7	Отримання зображення за допомогою лінз	<ul style="list-style-type: none"> <li>- лінзи;</li> <li>- ФОС;</li> <li>- екран</li> </ul>	Св.3.
---	--	---	-------

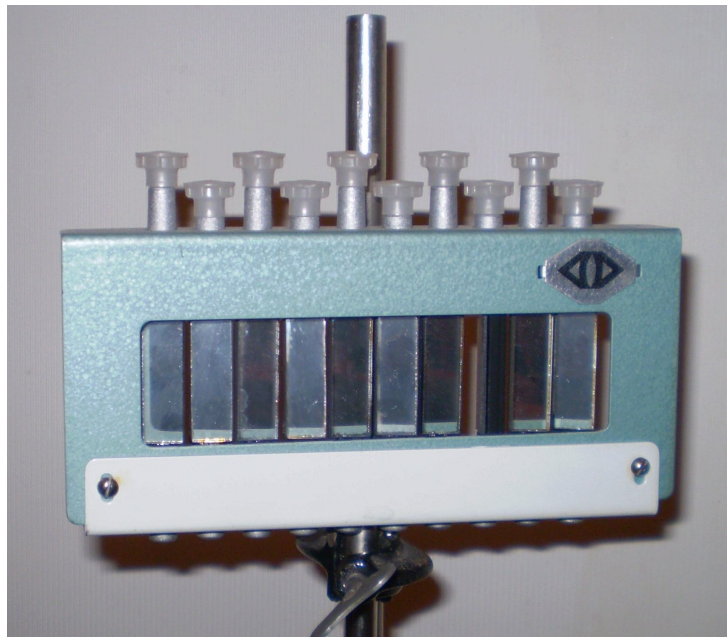
← Св. 3 Лінзи демонстраційні

Св.4. Призми. →

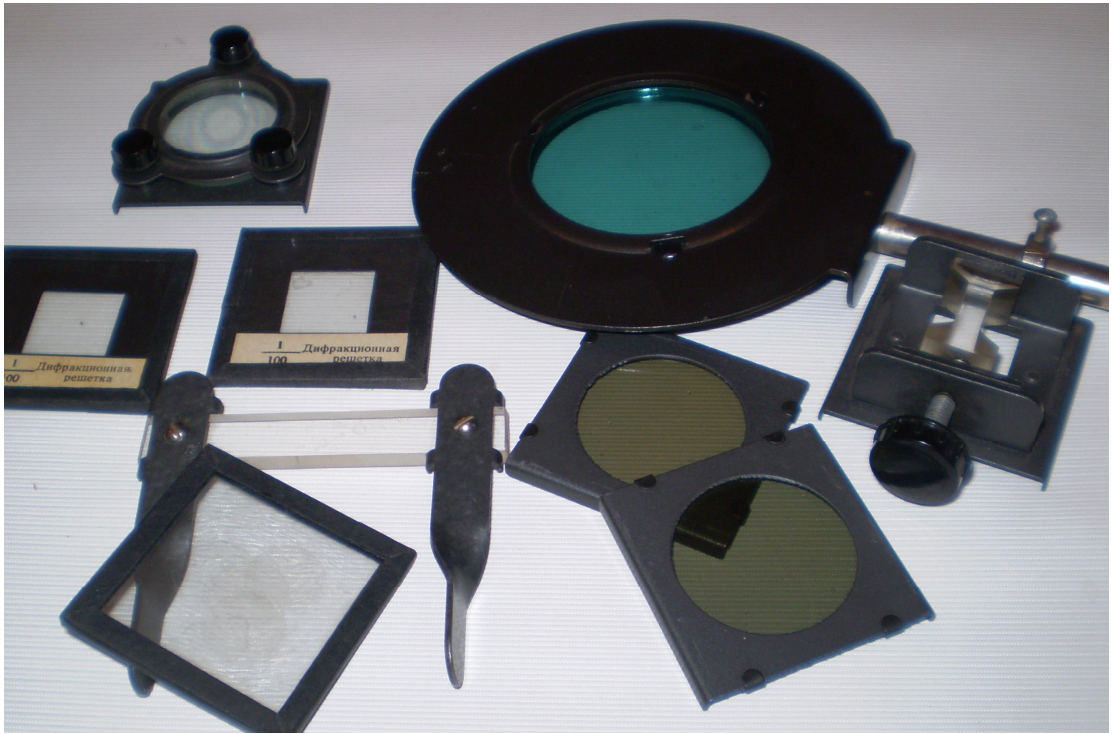
## §2. Фізична оптика

8	Отримання на екрані суцільного спектру	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- екран;</li> <li>- призма трьохгранева;</li> <li>- призма прямого зору;</li> <li>- екран маленький</li> </ul>	Св. 4
9	Додавання спектральних кольорів	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- екран;</li> <li>- прилад для додавання спектральних кольорів;</li> <li>- призма прямого зору;</li> <li>- універсальний штатив</li> </ul>	Розкладений спектр збирається за допомогою системи дзеркал, яка представлена на св.4

Св. 5.  
Прилад додавання спектральних кольорів



10	Інтерференція у тонких плівках	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- екран(2);</li> <li>- дротяні каркаси;</li> <li>- посудина із мильним розчином;</li> </ul>	Демонстрація аналогічна тій, що пропонувалась при вивченні поверхневого натягу (св.10 із розділу III)
11	Кільця Ньютона	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- екран;</li> <li>- прилад «кільця Ньютона» із набору з інтерференції та дифракції;</li> <li>- універсальний штатив;</li> <li>- об'єктив від ФОСу</li> </ul>	Тут і далі використовується обладнання, яке представлено на св.6
12	Дифракція від решітки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- екран;</li> <li>- дифракційна решітка;</li> <li>- прилад для визначення світлової хвилі</li> </ul>	
13	Дифракція від двохвимірної решітки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- екран;</li> <li>- дифракційна решітка(2)</li> </ul>	
14	Поляризація світла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- екран;</li> <li>- поглинаючий тепло фільтр;</li> <li>- набір по поляризації</li> </ul>	
15	Дослідження деформацій за допомогою поляризованого світла	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- екран;</li> <li>- поглинаючий тепло фільтр;</li> <li>- набір по поляризації</li> </ul>	
16	Інтерференція у поляризованому світлі	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- екран;</li> <li>- поглинаючий тепло фільтр;</li> <li>- набір по поляризації</li> </ul>	
17	Фотолюмінесценція твердих тіл	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ФОС;</li> <li>- екрани, що фосфоресціюють</li> </ul>	Св. 7



Св. 6

Обладнання для демонстрації явищ інтерференції та дифракції світлових хвиль



Св. 7

Екрани, що фосфоресціюють

ПЕРЕЛІК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ  
(назви приладів надаються мовою оригіналу)

- ДП-2 – динамометр пружинний (2 модифікація);
- ОТП – освітлювач тіньової проєкції;
- ФОС – фотооптична лава;
- ВС 4-12 – прилад для живлення “випрямувач селеновий” ( на напругу 4-12 вольт);
- ДВС – двигун внутрішнього згоряння;
- ДПН – динамометр поверхневого натягу;
- РСД – реостат щаблевий демонстраційний;
- УНЧ – підсилювач низької частоти;
- МЭМ-1 – машина електромеханічна (1 модифікація);
- ВУП – 2 – випрямувач універсальний напівпровідниковий (2 модифікація);
- ЗГ – звуковий генератор;
- ДЭМ-4М – електродинамічний мікрофон (модернізований);
- УВЧ – генератор ультрависокої частоти;
- ПДС – прилад для демонстрації спектрів електромагнітних хвиль;
- ПДЗМ – прилад для демонстрації законів механіки;
- СЭД –1м секундомір електричний демонстраційний (1 модифікація)

**Навчальне видання**

**КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙНИХ ДЕМОНСТРАЦІЙ  
ДЛЯ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ**

для студентів фізичного факультету

***Укладачі:***

Дмитро Дмитрович **Поліщук**

Семен Анатолійович **Шиндер**

***Видано в авторській редакції***

Підп. до друку 20.12.2010. Формат 60x84/8.  
Гарн. Таймс. Тираж 50 прим.

Редакційно-видавничий Центр  
Одеського національного університету  
імені І.І. Мечникова,  
65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12, Україна  
Тел.: (048) 723 28 39