

# ФІЗИКА

## ЦІКАВІ ДЕМОНСТРАЦІЇ



ЧАСТИНА 3

**В. Старощук**

# **Цікаві демонстрації з фізики**

**Частина III**



**ТЕРНОПІЛЬ  
НАВЧАЛЬНА КНИГА – БОГДАН**



*Навчальне видання*

**СТАРОЩУК Валерій**

**Цікаві демонстрації  
з фізики**

**Частина III**

Головний редактор *Б. Є. Будний*

Редактори *О. О. Мазур, І. Є. Буняк*

Коректор *І. Є. Буняк*

Комп'ютерна обробка *О. О. Галки, В. І. Раківського*

Художник обкладинки *В. А. Басалига*

Підписано до друку 17.01.2007. Формат 60×84/16. Папір офсетний.  
Гарнітура Таймс. Умовн. друк. арк. 3,95. Умовн. фарбо-відб. 3,95. [В. 2]

Видавництво «Навчальна книга – Богдан»

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців  
ДК № 370 від 21.03.2001 р.

Навчальна книга – Богдан, а/с 529, м. Тернопіль 46008

тел./факс (0352) 52-06-07; 52-05-48; 52-19-66

[publishing@budny.te.ua](mailto:publishing@budny.te.ua)

[www.bohdan-books.com](http://www.bohdan-books.com)

**ББК 22.3я2**

**С77**

**Старощук В.**

**С77** Цікаві демонстрації з фізики. Ч. III. — Тернопіль:  
Навчальна книга – Богдан, 2007. — 68 с.

**ISBN 966-609-003-1**

До збірника увійшли 63 цікаві демонстрації з молекулярної фізики, акустики, електрики та оптики. Кожна з демонстрацій супроводжується малюнком, поясненням до нього, описом самого досліду, запитаннями і відповідями на них. Усі демонстрації апробовані.

Для вчителів та учнів 7–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів, а також усіх, хто цікавиться фізикою.

**ББК 22.3я2**

*Охороняється законом про авторське право.*

*Жодна частина цього видання не може бути використана чи відтворена в будь-якому вигляді без дозволу автора чи видавництва.*

© Старощук В., 2005

© Навчальна книга – Богдан,

макет, художнє оформлення, 2007

ISBN 966-609-003-1

## ПЕРЕДМОВА

Цей збірник цікавих демонстрацій є останнім у серії. В ньому вміщено 50 демонстрацій з електромагнітної індукції, оптики, теплофізики і механіки, які мають зацікавити учнів. Більшість запропонованих демонстрацій в цьому виданні розраховано на учнів старшої школи. Звичайно, це не стосується учнів, які готуються до олімпіад чи вивчають фізику самостійно.

Як і в попередніх збірниках, кожен дослід супроводжується малюнком, рекомендаціями щодо його виконання і запитаннями до нього. У кінці збірника наведено відповіді на запитання.

Тема	Демонстрація
Електромагнітна індукція.	1–3,11
Закон електромагнітної індукції. Правило Ленца.	1–3,10–17
Індукційне електричне поле.	4,5,12,23–29
Індуктивність.	4,5,27–29
Самоіндукція.	7–9,26
Енергія магнітного поля струму.	4–7,10
Вільні коливання в коливальному контурі. Перетворення енергії в контурі.	32,33
Частота вільних коливань. Формула Томсона.	33
Вимушені електричні коливання.	33
Змінний електричний струм.	21
Електричний резонанс.	32
Трансформатор.	18–20,22
Електромагнітне поле. Електромагнітні хвилі й швидкість їх поширення.	13,19,22
Радіо Попова. Когерер.	30
Закони відбивання і заломлення світла.	39,40–42
Люмінесценція.	43,44
Фотоефект.	45
Магнітні властивості речовини.	1,2,15,34

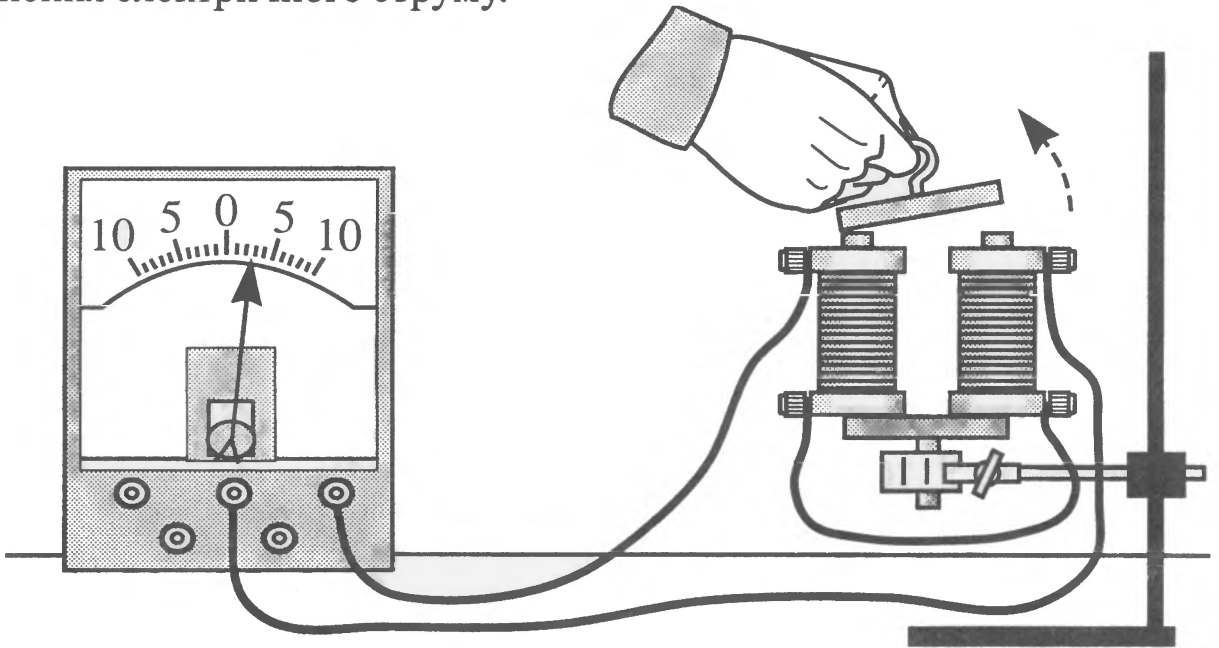
Електричний струм у розчинах.	35,37
Хімічна дія електричного струму.	36,38
Кристалічні тіла.	46
Пароутворення і конденсація.	47
Ефект Магнуса.	48
Механічний резонанс.	49
Ефект Доплера.	50
Скін-ефект.	31

# 1 ЕЛЕКТРОМАГНІТ І ГАЛЬВАНОМЕТР



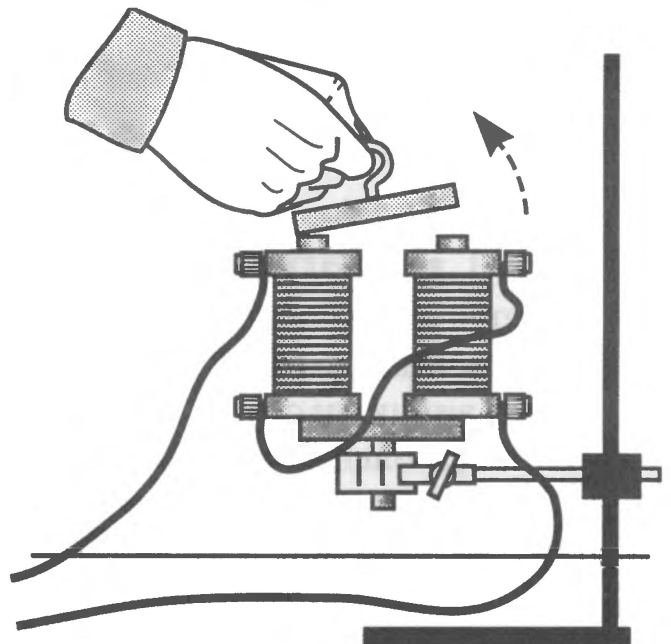
## Завдання

З'єднайте обмотки електромагніту послідовно і під'єднайте їх до гальванометра, як показано на малюнку. Під час розмикання і замикання полюсів електромагніту якорем гальванометр відмічає виникнення електричного струму.



## Запитання

1. Чому виникає струм під час замикання і розмикання полюсів електромагніту якорем?
2. Чому напрямок струму під час замикання і розмикання змінюється на протилежний?
3. Що станеться, якщо праву котушку зняти з осердя і розмістити, як показано на малюнку?
4. Як треба розмикати полюси електромагніту, щоб струм гальванометра був якомога більшим?

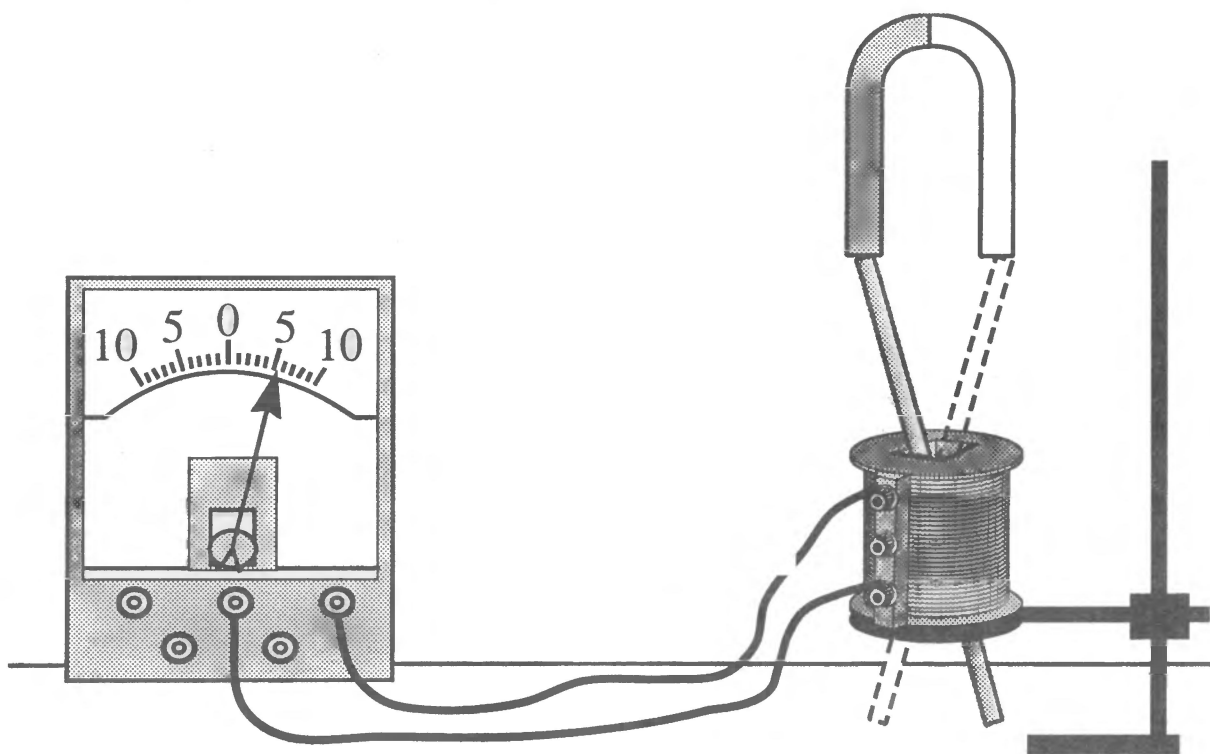


# 2 КОЛИВАННЯ СТРИЖНЯ СТВОРЮЮТЬ СТРУМ



## Завдання

Котушку від універсального трансформатора на 220 В поставте на кільце штатива і під'єднайте до гальванометра, як показано на малюнку. Над котушкою розмістіть потужний підковоподібний магніт. Всередину в котушку введіть залізний стрижень завдовжки 25 – 30 см і діаметром 6 – 10 мм. Якщо переміщати стрижень від одного полюса до іншого, то в колі виникне струм.



## Запитання

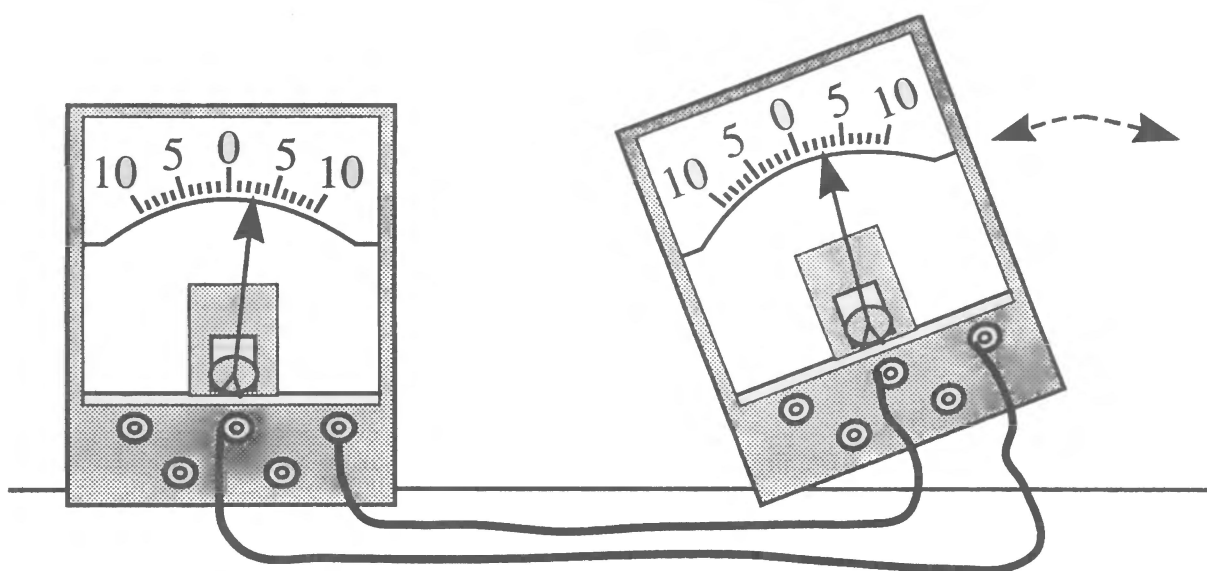
1. Чому при переміщенні стрижня від одного полюса магніту до іншого в колі виникає струм?
2. Чи буде виникати струм, якщо стрижень залишити у спокої, а до нього підносити магніт спочатку одним полюсом, а потім – іншим?
3. Чи буде виникати струм у колі, якщо стрижень буде алюмінієвим?
4. Де аналогічне явище використовується у техніці?

# 3 ДВА ГАЛЬВАНОМЕТРИ



## Завдання

Два універсальних гальванометри з'єднайте між собою провідниками, як показано на малюнку. Якщо в одного з них викликати рух стрілки, повертаючи гальванометр або ручку настроювання нуля шкали, то в іншого гальванометра спостерігається відхилення стрілки!



## Запитання

1. Чому в колі виникає струм, якщо рухати одну зі стрілок гальванометра?
2. В якому напрямку відносно нуля буде відхилятися стрілка першого гальванометра (нерухомого), якщо в другому вона переміщується вліво?

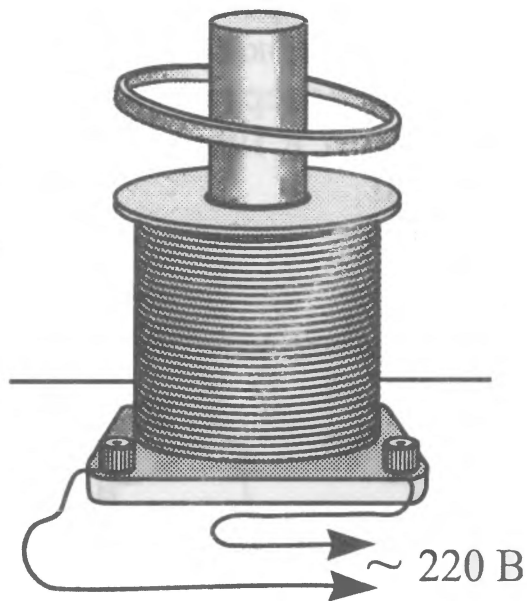
# 4 МІДНЕ КІЛЬЦЕ, ЩО ЛІТАЄ



## Завдання

Візьміть котушку Томсона або котушку від універсального трансформатора на 220 В з осердям. Увімкніть її в коло змінного струму напругою 220 В. Зверху на осердя помістіть мідне кільце. Воно не впаде і буде триматися в повітрі!

Будьте обережні, в цьому досліді використовується напруга 220 В!



## Запитання

1. Чому кільце тримається в повітрі?
2. Чому мідне кільце сильно нагрівається?
3. Чому витки котушки, які також зроблені з міді, нагріваються значно менше?
4. Де використовується явище нагрівання провідників у змінному магнітному полі?
5. Чому кільце висить у повітрі кілька хвилин, а потім повільно опускається на витки котушки?

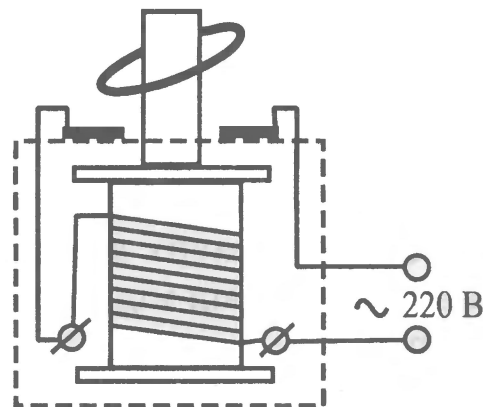
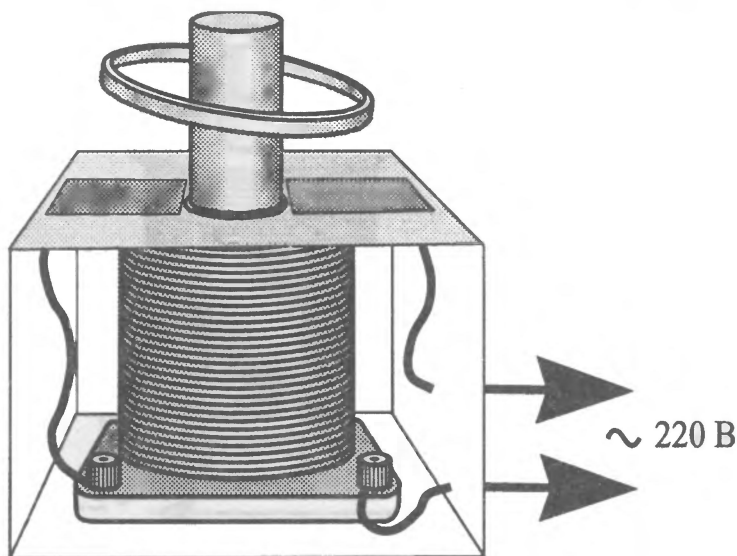
# 5 КІЛЬЦЕ, ЩО ПІДСТРИБУЄ



## Завдання

У невеликій коробці з картону або оргскла розмістіть котушку Томсона так, щоб зовні було видно тільки залізне осердя. Біля нього на кришці закріпіть ізольовані одна від одної мідні пластинки. З'єднайте котушку та пластинки так, як показано на малюнку. Покладіть мідне кільце і тільки після цього увімкніть прилад. Мідне кільце почне підстрибувати!

Будьте обережні, в цьому досліді використовується напруга 220 В!



## Запитання

1. Чому підстрибує мідне кільце?
2. Чи буде підстрибувати кільце, якщо замість напруги змінного струму прилад увімкнути в коло з напругою 220 В постійного струму?
3. Чому кільце потрібно класти на осердя, коли прилад не увімкнено?

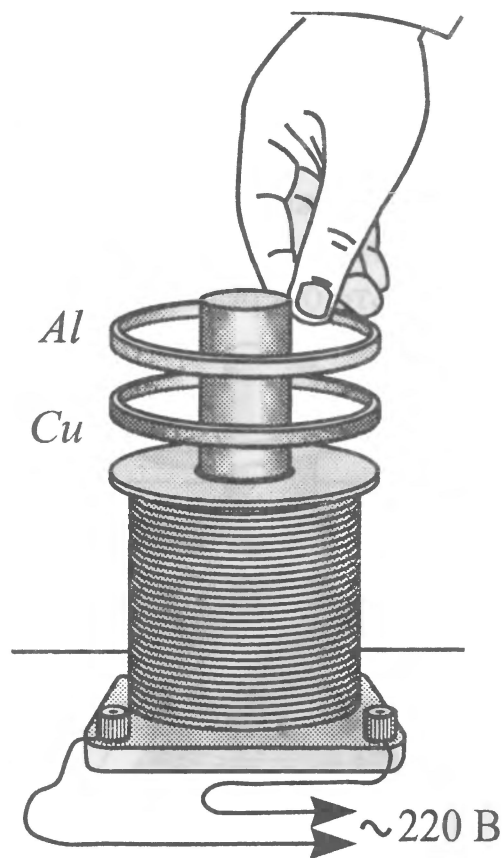
# 6 КІЛЬЦЯ З АЛЮМІНІЮ І МІДІ



## Завдання

Увімкніть котушку Томсона або котушку від універсального трансформатора на 220 В з осердям у коло змінного струму напругою 220 В. Помістіть мідне кільце на осердя. Воно буде висіти у повітрі над котушкою. Піднесіть до мідного кільця алюмінієве. Спостерігається притягання одного кільця до іншого! Якщо відпустити кільце з алюмінію, то вони будуть разом висіти у повітрі на висоті, що більша за попередню! Якщо повільно опускати мідне кільце вниз, то за ним прямуватиме й алюмінієве. Однак у певний момент кільце з алюмінію відривається від мідного і підіймається вгору.

Будьте обережні, в цьому досліді використовується напруга 220 В!



## Запитання

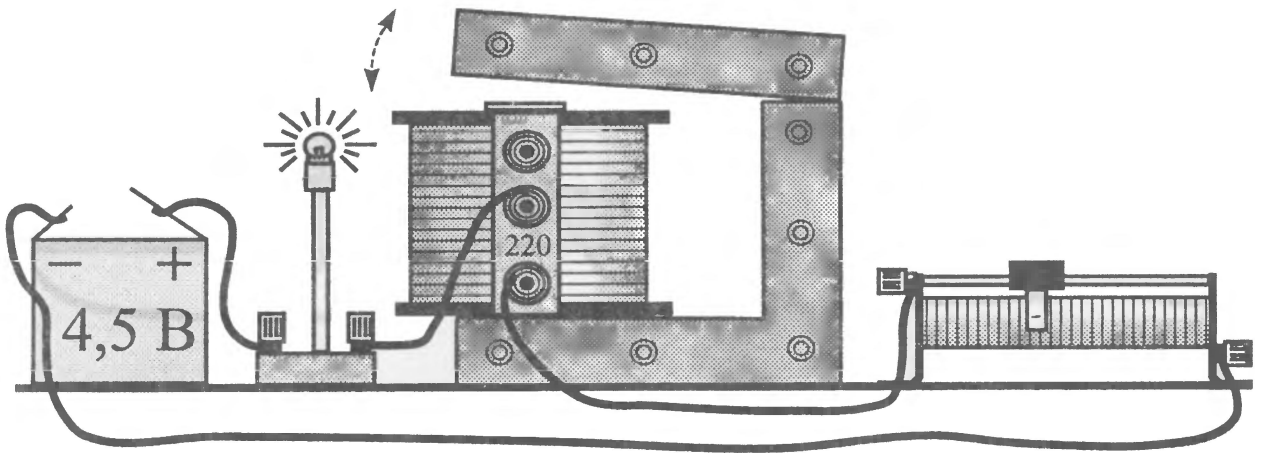
1. Чому кільця притягуються між собою?
2. Чому висота обох кілець над котушкою більша, ніж у випадку одного мідного кільця?
3. Чому відривається вгору алюмінієве кільце під час пересування мідного кільця до котушки?

# 7 ЗМІНА ЯСКРАВОСТІ ЛАМПИ



## Завдання

Зберіть електричне коло, з'єднавши послідовно джерело живлення (батареяка на 4,5 В), лампу розжарювання від кишенькового ліхтарика на 6,3 В, котушку на 220 В від універсального трансформатора з осердям і реостат. За допомогою реостата досягніть такої сили струму в колі, щоб лампа була розжареною наполовину. Якщо замикати і розмикати ярмо осердя, як показано на малюнку, то яскравість лампи то збільшується, то зменшується.



## Запитання

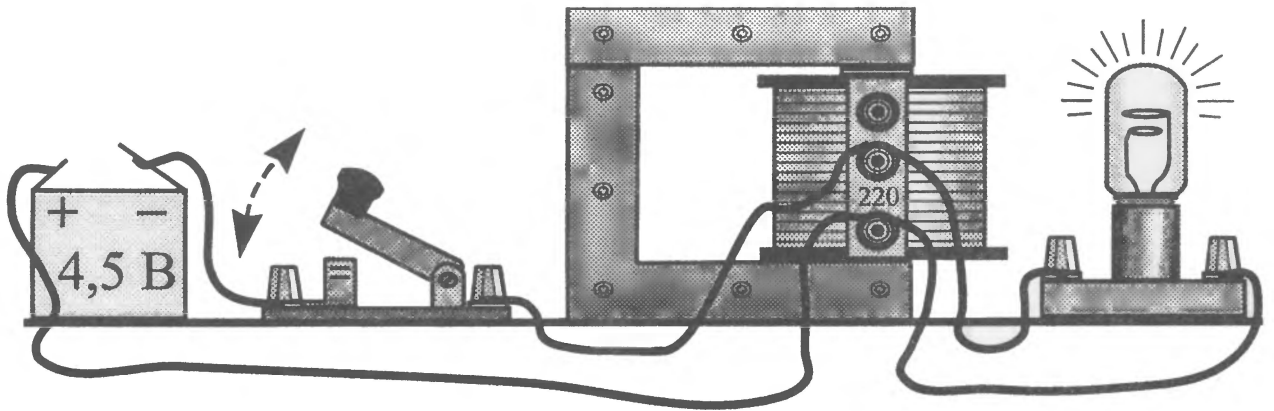
1. Навіщо в цьому досліді використовується реостат?
2. Чому під час замикання магнітопроводу котушки яскравість лампи зменшується?
3. Чому під час розмикання магнітопроводу котушки яскравість лампи збільшується?

# 8 СПАЛАХ НЕОНОВОЇ ЛАМПИ



## Завдання

На осерді універсального шкільного трансформатора залишіть одну котушку на 220 В і ввімкніть її в коло батарейки на 4,5 В, як показано на малюнку. Паралельно до котушки ввімкніть неонову лампу з напругою запалювання 80 – 220 В. Під час розмикання ключа неонові лампа на мить спалахне!



## Запитання

1. Як сталося, що лампа, яка запалюється при високих напругах, спалахує в колі з напругою 4,5 В?
2. Чому лампа спалахує лише миттєво?
3. Чи відбудеться спалах лампи, якщо розімкнути магнітопровід?

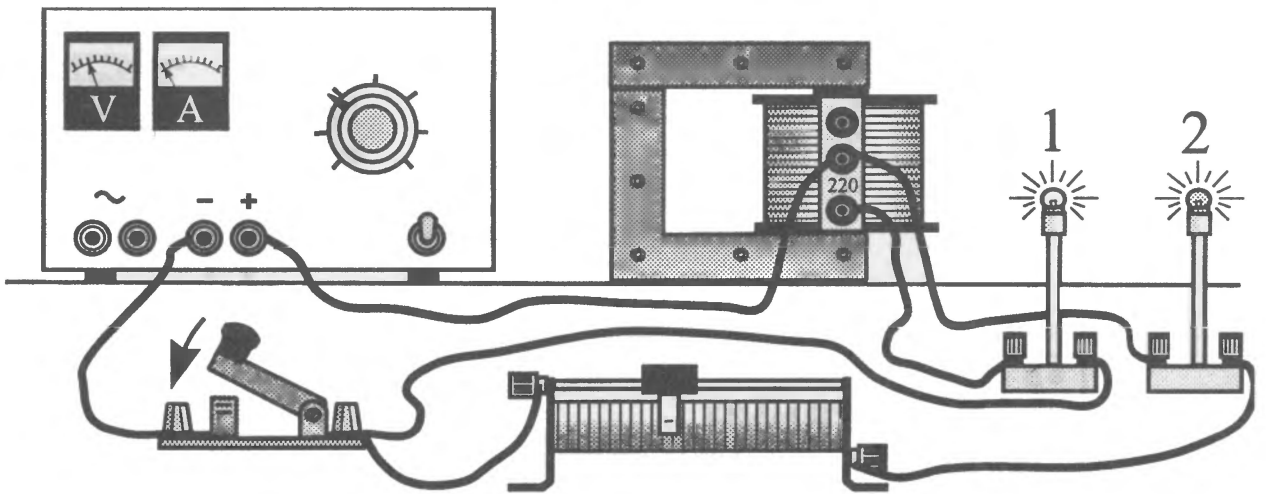
# 9 ДВІ ЛАМПИ



## Завдання

З'єднайте котушку на 220 В від універсального трансформатора по-спідовно з лампою на 3,5 В і приєднайте через вимикач до клем постійної напруги випрямляча ВС-24М. Паралельно котушці з однією лампою через реостат під'єднайте ще одну лампу на 3,5 В. За допомогою випрямляча і реостата зробіть так, щоб лампи світили однаково з неповним розжаренням. Скло другої лампи для наочності можна пофарбувати в інший колір.

Якщо замкнути коло, то друга лампа спалахне миттєво, а перша – із запізненням на 1 – 2 с!



## Запитання

1. Чому друга лампа спалахує відразу, а перша – із запізненням?
2. Чому під час розмикання кола лампи гаснуть одночасно?
3. Як зміниться час запізнення спалахування першої лампи, якщо осердя трансформатора розімкнати?

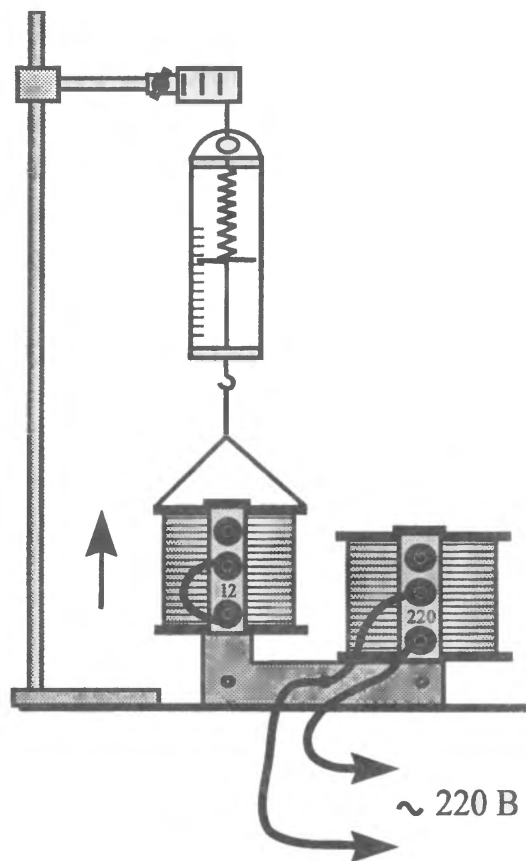
# 10 КОТУШКА ВТРАЧАЄ ВАГУ



## Завдання

Візьміть універсальний трансформатор з котушками на 220 і 12 В або 6 В. Котушку на 12 В підвісьте до динамометра, як показано на малюнку. Її виводи замкніть між собою. Зафіксуйте показ динамометра й увімкніть котушку на 220 В у коло змінного струму.

Котушка на 12 В трохи підніметься, і показ динамометра стане меншим.



## Запитання

1. Чому під час увімкнення котушки на 220 В у коло змінного струму вага іншої котушки зменшується?
2. Чи буде втрачати вагу котушка, якщо її перевернути?
3. Чи буде змінюватися вага котушки з часом?
4. Чи буде втрачати вагу котушка на 12 В, якщо іншу котушку ввімкнути в коло не змінного, а постійного струму?

# 11 КІЛЬЦЕ, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ



## Завдання

Закріпіть підковоподібний магніт на відцентровій машині. Над полюсами магніту на нитці підвісьте мідне або алюмінієве кільце, як показано на малюнку. Якщо обертати магніт, то кільце починає обертатися в тому самому напрямку!



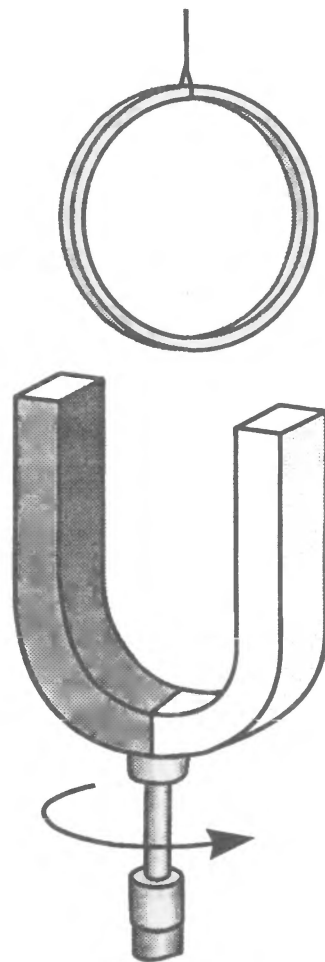
## Примітка

Якщо у вас нема магніту з конусоподібним наконечником, то можна закріпити магніт під стрижнем приладу з механіки для демонстрації обертання тіл неоднакової маси.



## Запитання

1. Чому обертається кільце?
2. Чи буде обертатися розрізане кільце?

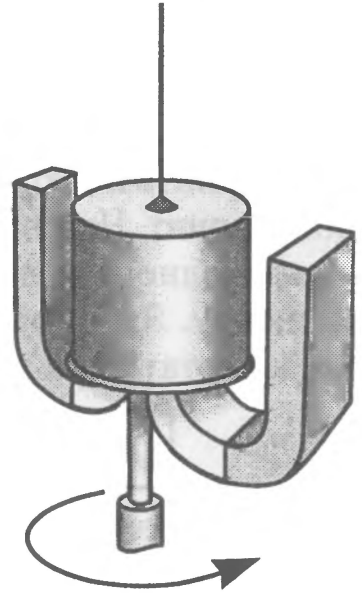


# 12 СТАКАНЧИК, ЩО ОБЕРТАЄТЬСЯ



## Завдання

Два підковоподібних магніти закріпіть на осі відцентрової машини, як показано на малюнку. Над полюсами магнітів підвісьте алюмінієву посудину від калориметра за допомогою нитки і шматочка пластиліну. Якщо обертати магніти, то стаканчик теж почне обертатися!



## Запитання

1. Чому обертається стаканчик?
2. В якому напрямку буде відбуватися обертання?

# 13 ОДНОФАЗНИЙ ЕЛЕКТРОДВИГУН



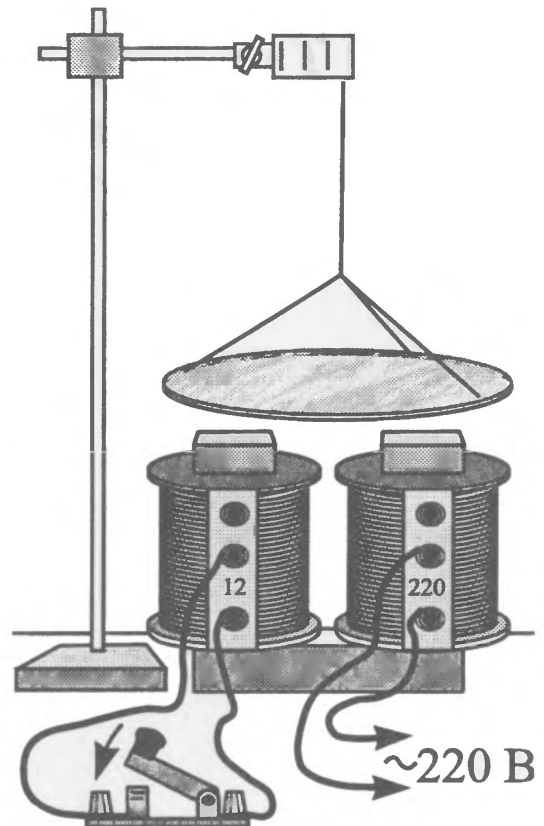
## Завдання

На осерді від універсального шкільного трансформатора розмістіть дві котушки — на 220 В і 12 В. Над котушками підвісьте за допомогою ниток алюмінієвий диск, як показано на малюнку. Котушку на 220 В увімкніть у коло змінного струму. Якщо замкнути обмотку на 12 В за допомогою ключа, то диск почне швидко обертатися!



## Запитання

1. Чому диск обертається?
2. Чи буде диск нагріватися під час обертання? Наведіть приклади використання цього явища.

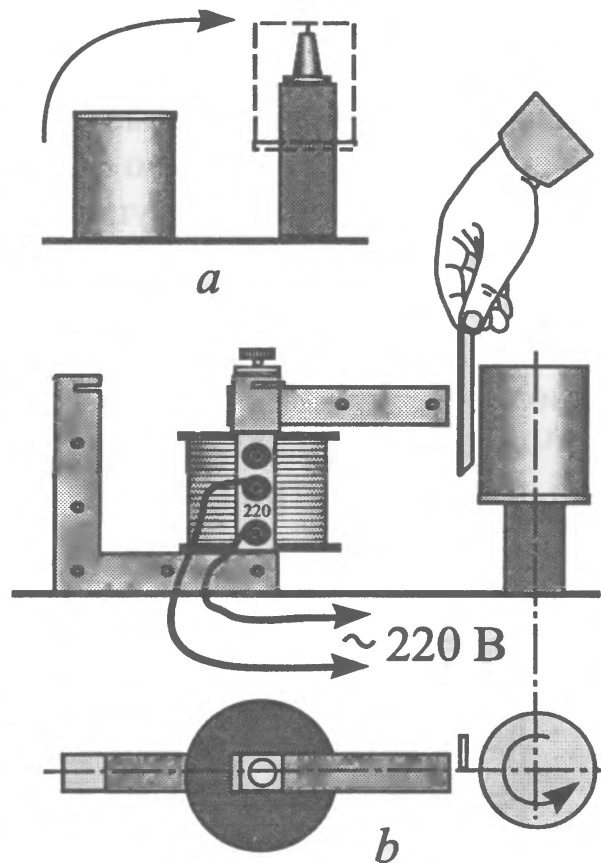


# 14 СТАКАНЧИК І ПЛАСТИНА



## Завдання

Встановіть підставку для магнітної стрілки з голкою на кінці на дерев'яний брусок. На голку помістіть денцем вгору алюмінієву посудину від калориметра, як показано на малюнку *a*. Посудина не має торкатися бруска. Ярмо універсального трансформатора закріпіть так, щоб воно стало продовженням одного з полюсів осердя та виступало вбік. Відстань між стаканчиком і ярмом зробіть 8 – 10 мм. Увімкніть обмотку на 220 В у коло змінного струму. Посудина обертається не буде. Якщо ж помістити у проміжок між стаканчиком і ярмом мідну або алюмінієву пластинку справа від лінії, яка з'єднує їхні центри, як показано на малюнку *b*, то посудина почне обертатися у напрямку, вказаному стрілкою. Пересуваючи пластину вліво, доб'ємося того, що посудина зупиниться і почне обертатися в протилежному напрямку.



## Запитання

1. Чому алюмінієва посудина обертається під час поміщення пластини у проміжок між нею і ярмом?
2. В якому випадку швидкість обертання стаканчика буде більшою: коли поміщуємо пластину з міді чи з алюмінію?

# 15 МІДНИЙ І ЗАЛІЗНИЙ СТРИЖНІ

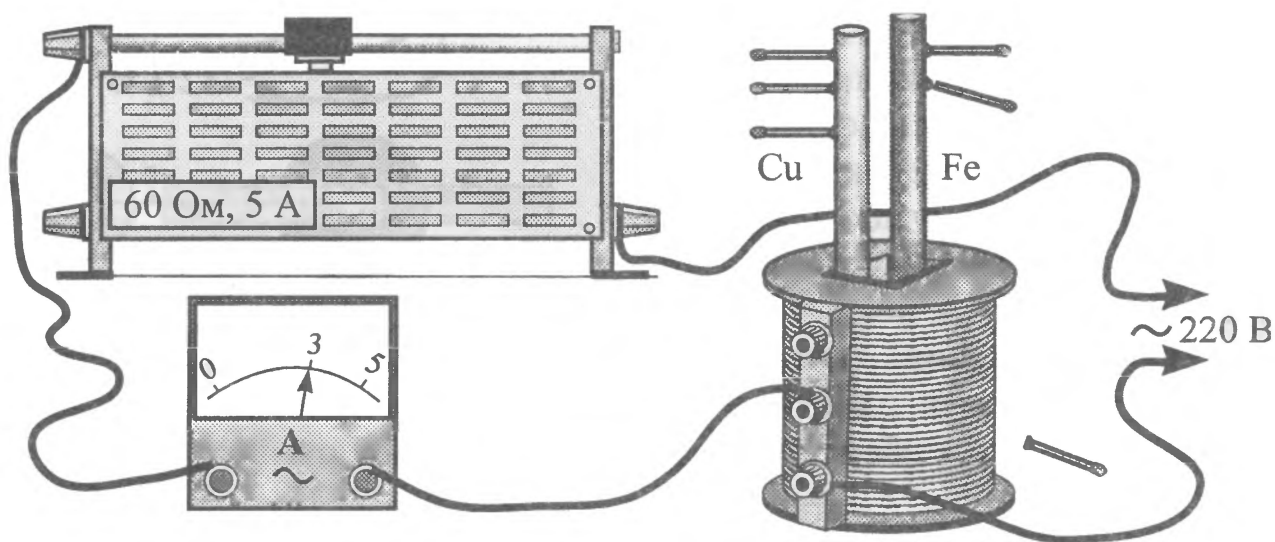


## Завдання

Для виконання цієї демонстрації необхідно мати мідний і залізний стрижні завдовжки 12 – 15 см і діаметром 15 – 20 мм, котушку від універсального трансформатора на 220 В, реостат на 50 – 60 Ом, розрахований на струм силою 5 А, й амперметр на 5 А.

Вставте стрижні у котушку, яку з'єднайте послідовно з амперметром і реостатом, як показано на малюнку. За допомогою воску або парафіну закріпіть на стрижнях на однаковій висоті по 3 сірники. Увімкніть прилади в мережу змінного струму, встановивши реостатом струм силою 3 А.

Через кілька хвилин відпаде спочатку один сірник на залізному стрижні, потім — другий і нарешті — третій. На мідному стрижні не відпаде жоден сірник!



## Запитання

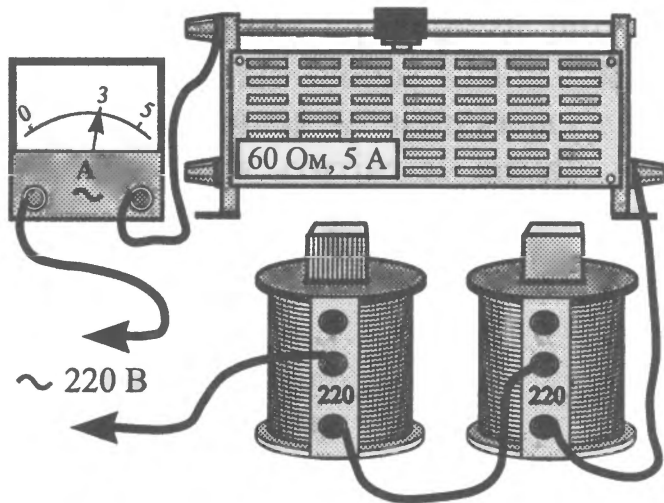
1. Чому на мідному стрижні сірники залишилися у спокої, адже струми Фуко в ньому більші, ніж у залізному, і нагріватися він має більше?
2. Чому спочатку відпав сірник, що знаходився знизу?
3. При якому положенні повзунка реостата (див. малюнок) струм у колі буде найменшим?

# 16 ОСЕРДЯ З ПЛАСТИН І СУЦІЛЬНОГО ЗАЛІЗА



## Завдання

Візьміть дві однакові котушки від універсального трансформатора на 220 В, реостат на 50 – 60 Ом й амперметр на 5 А і з'єднайте їх послідовно між собою, як показано на малюнку. Всередину в одну котушку помістіть ярмо, а в іншу — суцільний залізний стрижень, розміри якого такі, як і ярма. Увімкніть прилади в мережу змінного струму і за допомогою реостата встановіть у колі силу струму 3 А. Через кілька хвилин вимкніть ланцюг і візьміть осердя. Суцільний стрижень нагрівся, а ярмо — ні!



## Запитання

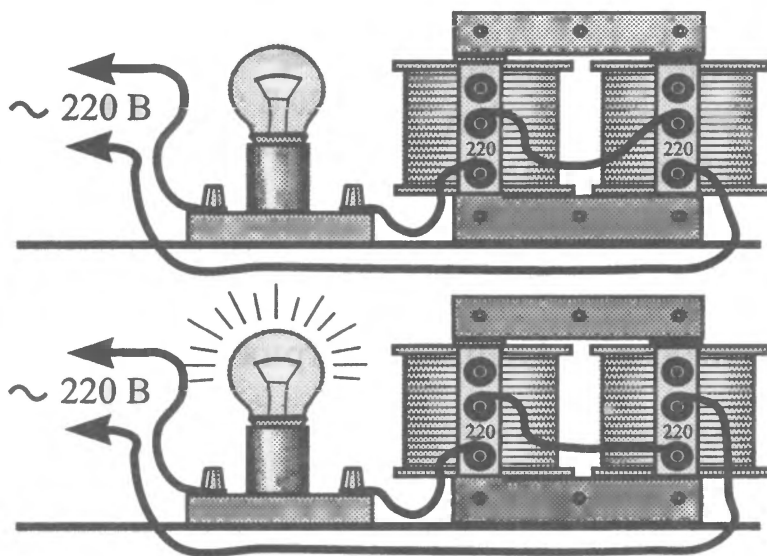
1. Чому суцільний стрижень нагрівся, а ярмо — ні?
2. В якій котушці струм буде більшим? Чому?

# 17 ДВІ КОТУШКИ



## Завдання

Дві котушки на 220 В розмістіть на осерді трансформатора і з'єднайте їх між собою так, як показано на першому малюнку. Ввімкніть їх, з'єднавши послідовно з лампою на 100 Вт, у мережу змінного струму. Лампа не світиться. Якщо котушки з'єднати так, як показано на другому малюнку, лампа засвітиться!



## Запитання

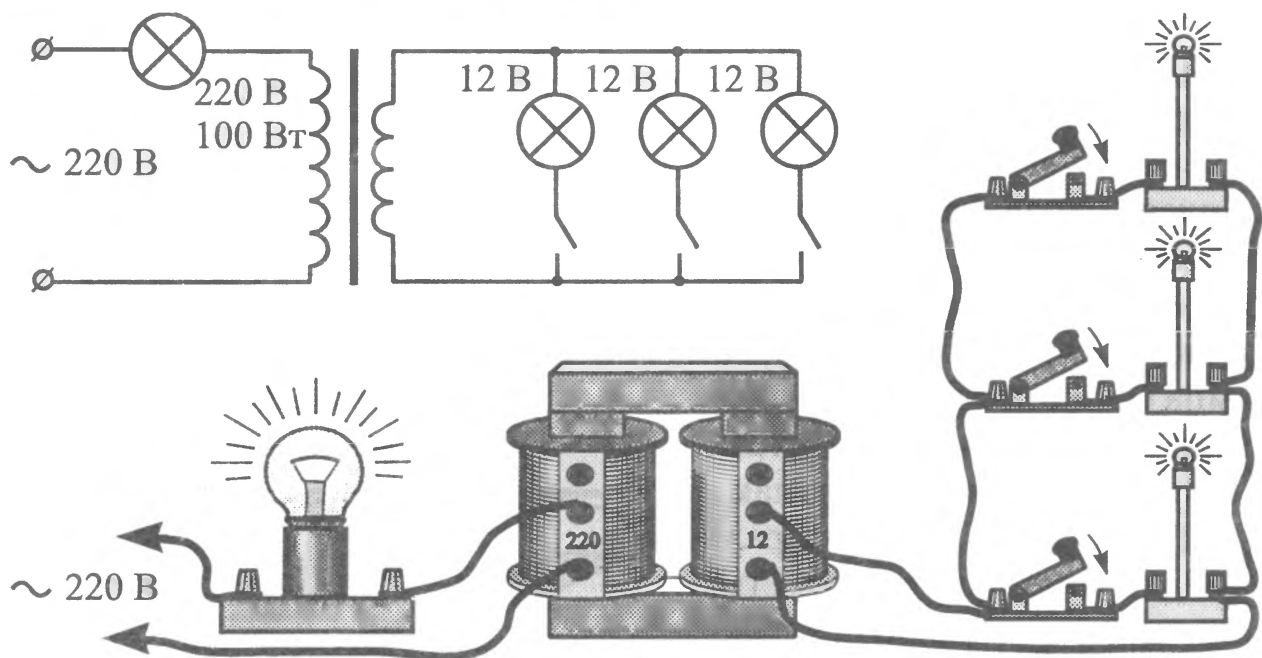
1. Чому в другому випадку лампа світиться, а в першому — ні?
2. В якому випадку напруга на двох котушках більша?

# 18 ТРАНСФОРМАТОР І ЛАМПИ



## Завдання

Послідовно з обмоткою на 220 В шкільного універсального трансформатора увімкніть лампу розжарювання потужністю 100 Вт. До вторинної обмотки на 12 В під'єднайте паралельно через вимикачі три лампи на 12 В. Увімкніть у коло змінної напруги на 220 В первинну обмотку з потужною лампою. Лампа майже не світиться. Якщо під'єднати за допомогою вимикачів лампи на 12 В одну за одною до вторинної обмотки трансформатора, то побачимо, як яскравість нитки розжарювання лампи на 220 В стає більшою!



## Запитання

1. Чому лампа на 220 В не світиться, коли вторинна обмотка трансформатора розімкнута?
2. Чому розжарювання нитки лампи на 220 В збільшується під час під'єднання ламп на 12 В до вторинної обмотки?
3. Чи буде світитися лампа на 220 В, якщо розімкнути не тільки вторинну обмотку трансформатора, а і його магнітопровід, забравши ярмо, що з'єднує полюси осердя?

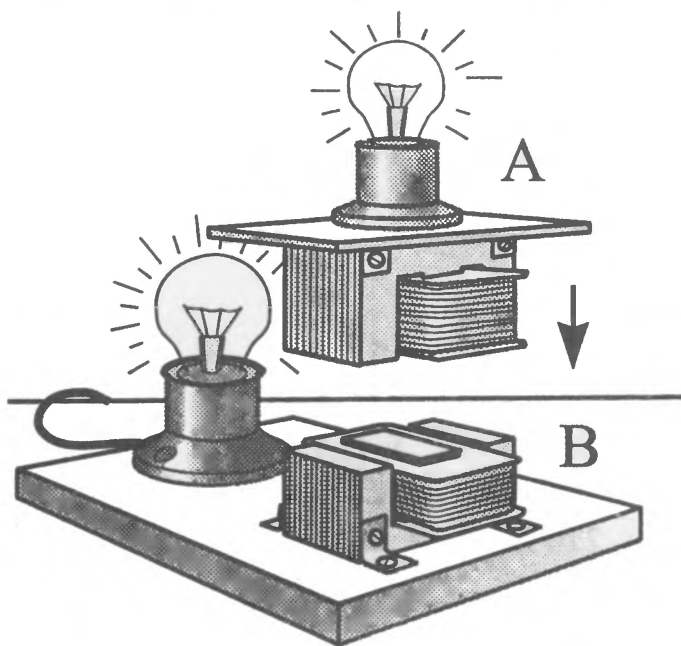
# 19 ЛАМПА НА МАГНІТОПРОВОДІ



## Завдання

Прилад складається з двох ламп розжарювання і двох котушок індуктивності. З діелектричного матеріалу зробіть підставку, на якій розташуйте електричний патрон для лампи на 220 В (60 Вт) і котушку індуктивності із залізним магнітопроводом. Як магнітопровід використайте пластини трансформаторного заліза Ш20 (ширина середньої частини 20 мм). Загальна товщина набору має бути 25 мм. Підійде магнітопровід від трансформатора кадрової розгортки телевізора. Із цупкого картону зробіть каркас котушки, на який намотайте 2000 витків ізольованого дроту діаметром 0,35 – 0,4 мм. Котушку з'єднайте з лампою послідовно.

Друга частина приладу являє собою лампу на 15 Вт, закріплену на такій самій котушці індуктивності. Обмотка котушки навантажена на лампу. Якщо ввімкнути прилад у мережу, то лампа на підставці засвітиться. Згори до котушки на підставці (В) підносьте котушку з лампою (А). Розжарювання спіралі лампи на підставці зменшується, але починає світитися лампа на котушці!



## Запитання

1. Що станеться, якщо магнітопровід (В) замкнути залізною пластинкою?
2. Чому, коли підносимо котушку (А) до котушки (В), лампа на ній починає світитися, а на підставці — гаснути?
3. Нехай магнітопроводи котушок з'єднані. Що буде відбуватися, якщо лампу на 15 Вт викрутити і замінити на лампу 40 Вт?

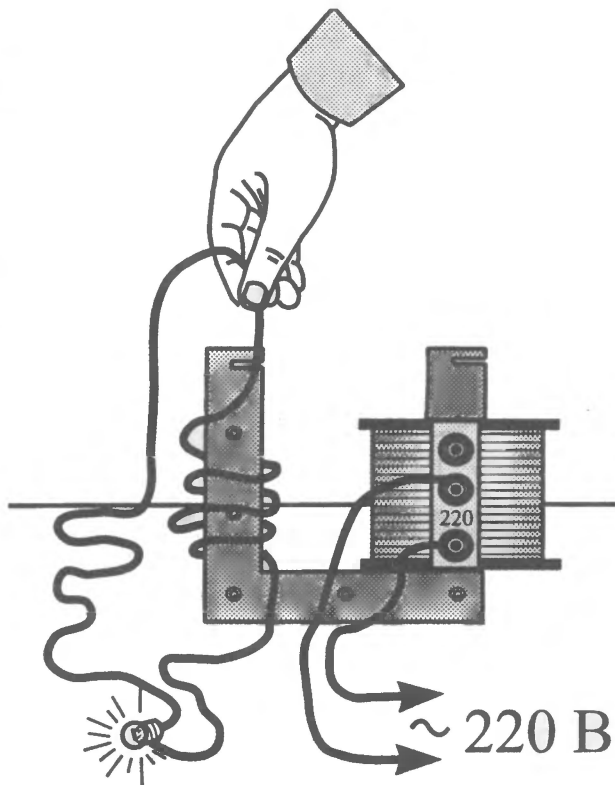
# 20 ВИТКИ І ЛАМПА

## ! Завдання

Лампу розжарювання на 2,5 В з'єднайте в коло з ізолюваним дротом завдовжки 1,5 м. Універсальний трансформатор з котушкою на 220 В увімкніть у коло змінного струму. Зробивши дротом певну кількість витків навколо осердя трансформатора, можна побачити, як лампа почне світитися!

## ? Запитання

1. Чому лампа світиться, адже в її колі нема джерела живлення?
2. Що станеться, якщо під час світіння лампи з розжарюванням наполовину замкнуті полюси осердя ярмом?



# 21 МИГОТІННЯ ЛАМПИ

## ! Завдання

Візьміть неонову лампу й увімкніть її в коло відповідної змінної напруги. Якщо дивитися на нерухому лампу в темряві, то вона світиться безперервно. Проте якщо швидко робити рукою колові рухи, як показано на малюнку, то ми побачимо не суцільне, а перервне коло!

## ? Запитання

1. Чому лампа почала миготіти під час колового руху?

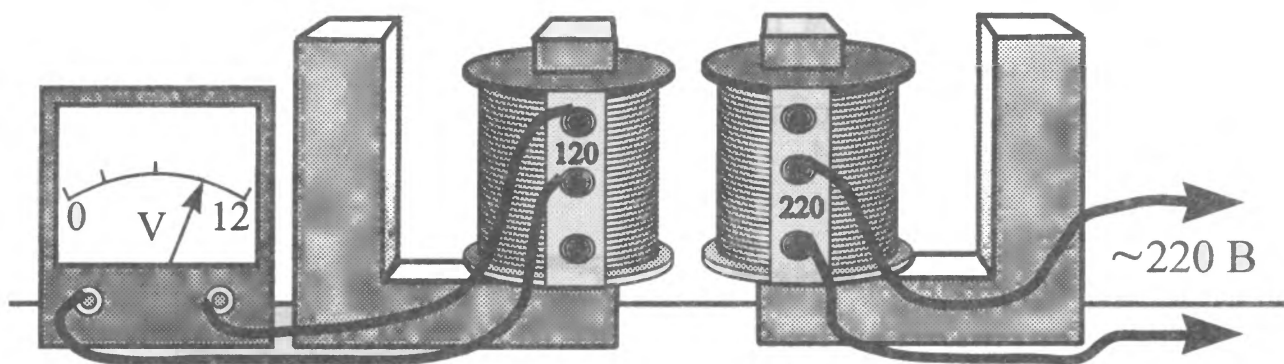


# 22 ВЗАЄМОДІЯ КОТУШОК НА ВІДСТАНІ



## Завдання

Дві котушки на 120 В і 220 В на осердях без ярма розташуйте на відстані 3 – 5 см одна від одної. Котушку на 120 В з'єднайте з вольтметром на 12 В, а котушку на 220 В увімкніть у коло змінного струму. Вольтметр покаже наявність напруги на першій котушці!



## Запитання

1. Чому вольтметр показує напругу?
2. Чому, якщо збільшити зазор між котушками, показ вольтметра зменшиться?
3. Як зміняться покази вольтметра, якщо між котушками помістити лист заліза?
4. Якими будуть покази вольтметра, якщо замкнути осердя котушки на 220 В ярмом?

# 23 ТРАНСФОРМАТОР І МАНОМЕТР



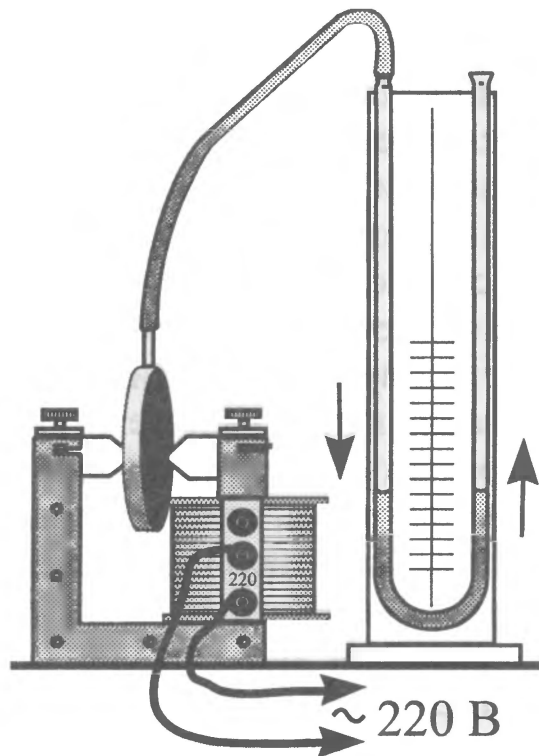
## Завдання

Візьміть осердя трансформатора з котушкою на 220 В і закріпіть на ньому полюсні наконечники. Між ними помістіть теплоприймач, з'єднаний з водяним манометром. Увімкніть котушку в коло. Манометр почне показувати збільшення тиску в теплоприймачі!



## Запитання

1. Чому збільшується тиск повітря у теплоприймачі?
2. Як визначити цей тиск?



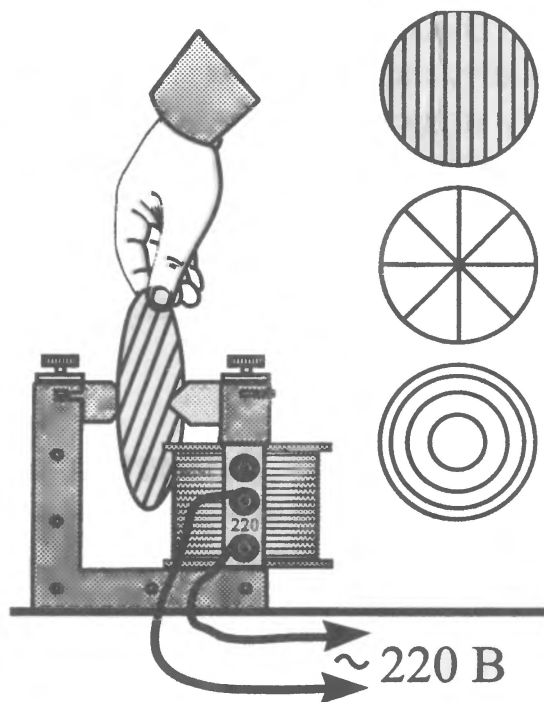
# 24 ДИСКИ І ТРАНСФОРМАТОР



## Завдання

Зробіть три диски, зображені на малюнку. Для цього на цупкий картон наклейте (БФ-2, «Момент») металеві пластини. Потім занурте їх у розплавлений віск, вийміть і дайте охолонути. Диски можна зробити також з фольгованого гетинаксу (текстоліту), який використовується для виготовлення друкованих плат у радіотехніці. Для цього вирізають фігуру у вигляді диска або прямокутника, а потім вирізають фольгу так, щоб утворилися сектори, зображені на малюнку.

Візьміть універсальний трансформатор з полюсними наконечниками і ввімкніть котушку на 220 В у коло змінного струму. В простір між полюсами вносьте по черзі диски, покриті воском. На одному з дисків віск почне плавитися дуже швидко!



## Запитання

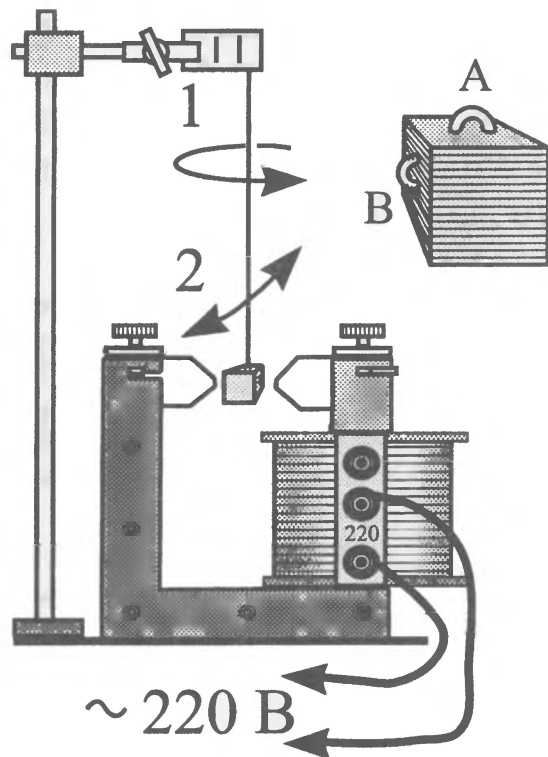
1. На якому з дисків віск почне плавитися швидше, ніж на інших? Чому?
2. Чому осердя трансформаторів, ротори двигунів не виготовляють із суцільного заліза?

# 25 ЧАРІВНИЙ КУБИК



## Завдання

Із тоненьких квадратних мідних пластинок зі стороною 20 мм зробіть кубик. Для того, щоб пластинки не мали електричного контакту між собою, прокладіть між ними папірці, попередньо змастивши їх клеєм або лаком. Отриману стопку треба затиснути в лещатах і дати просохнути. До кубика треба прикріпити дві дужки, як показано на малюнку. Підвісьте кубик на нитці за дужку А між наконечниками трансформатора. Котушку на 220 В увімкніть у коло змінного струму. Надайте кубику обертального (стрілка 1) або коливального руху (стрілка 2). Спостерігайте за цими рухами. Підвісьте кубик за дужку В. Його рух стане повільнішим!



## Запитання

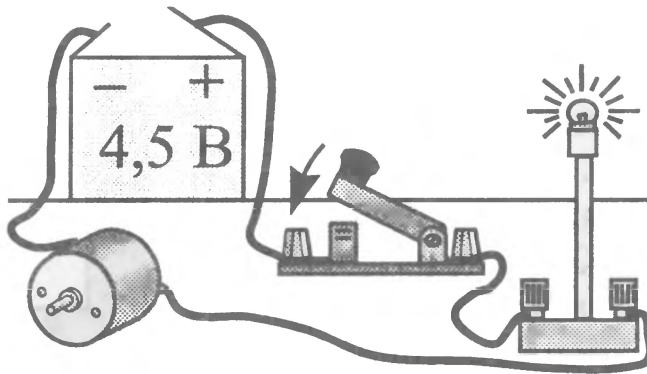
1. Чому рух кубика залежить від того, за яку дужку його підвісили?
2. В якому випадку струм у котушці буде більшим?

# 26 ЕЛЕКТРОДВИГУН І ЛАМПА



## Завдання

Малопотужний двигун (від плеєра), лампу на 3,5 В, вимикач і елемент живлення на 4,5 В з'єднайте між собою послідовно в електричне коло. Під час замикання кола лампа спалахує, потім її яскравість стає значно меншою. Якщо гальмувати двигун, торкаючись рукою ротора, то лампа починає світитися яскравіше.



## Запитання

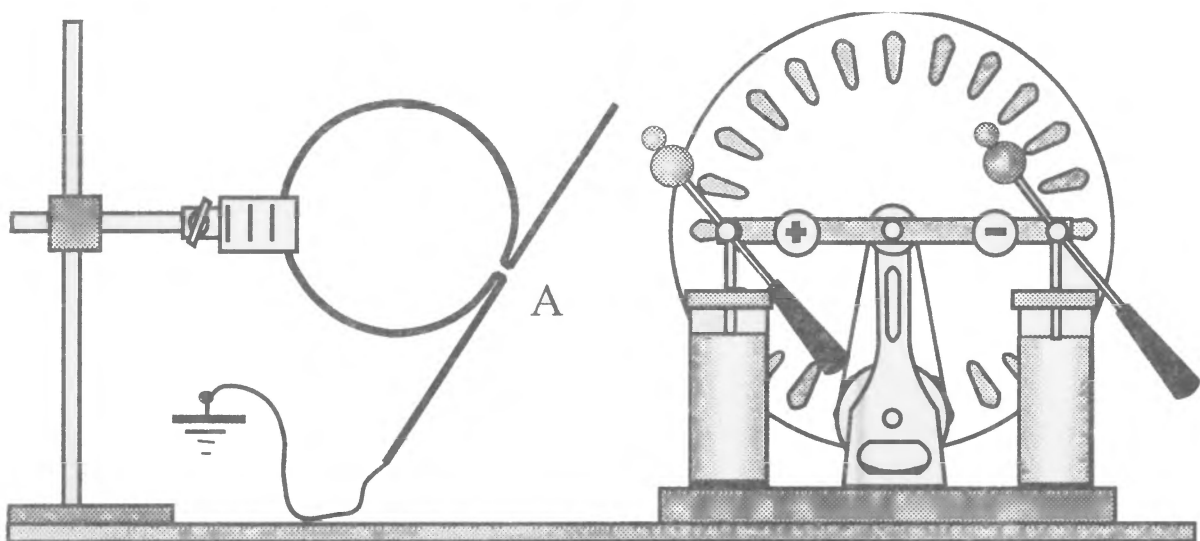
1. Чому лампа спалахує під час вмикання двигуна?
2. Чому під час гальмування двигуна лампа починає світитися яскравіше?

# 27 ІСКРА, ЩО ВИНИКАЄ У ПЕТЛІ



## Завдання

Мідний дріт діаметром 1 – 5 мм і завдовжки 1 м вигинають у вигляді петлі, як показано на малюнку. Діаметр петлі становить 10 см. Проміжок А дорівнює 1 мм. Виготовлену петлю закріпіть на ізолюваному штативі поряд з електрофорною машиною так, щоб один її кінець був недалеко від кондуктора, а інший — заземлений. Під час розряду кондуктора через петлю у проміжку А буде виникати іскра! Це дивовижно, враховуючи, що струм йде по колу, опір якого найменший.



## Запитання

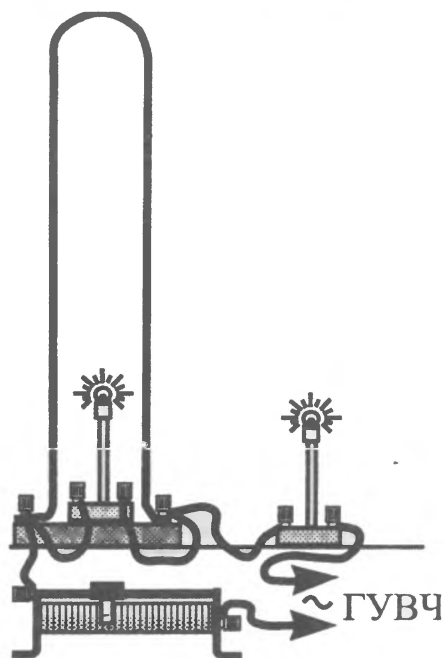
1. Чому струм йде через повітряний проміжок А, опір якого набагато більший, ніж мідної петлі?
2. Чи буде відбуватися розряд кондуктора на петлю, якщо її не заземлити?

# 28 ПЕТЛЯ І ДВІ ЛАМПИ



## Завдання

Мідний дріт завтовшки 5 мм вигніть у дугу, висота якої дорівнює 70 см. Першу електричну лампу на 3,5 В під'єднайте до дуги паралельно, а другу — послідовно до дуги і лампи, як показано на малюнку. Через реостат під'єднайте прилад спочатку до джерела постійної напруги, а потім до джерела напруги високої частоти (генератора ультрависоких частот (ГУВЧ)). У першому випадку буде світитися тільки друга лампа, а в другому — обидві разом!



## Запитання

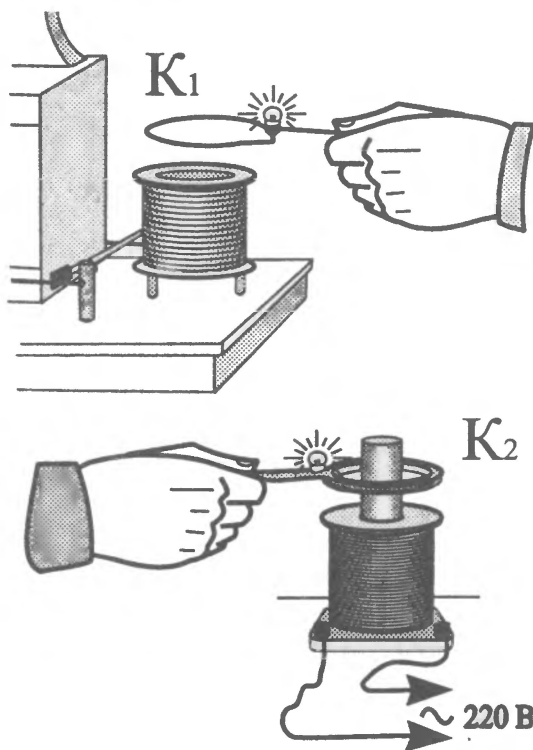
1. Чому світиться тільки друга лампа у першому випадку?
2. Якщо у другому випадку вивернути лампу, ввімкнену паралельно петлі, то друга не буде світитися. Чому?

# 29 ДВІ КОТУШКИ, ЩО ПОВОДЯТЬ СЕБЕ ПО-РІЗНОМУ



## Завдання

Візьміть дві котушки. Котушка  $K_1$  складається з одного витка, а котушка  $K_2$  — з тридцяти. Кожна котушка замкнена на лампу, розраховану на 2,5 В. Спочатку піднесіть котушку  $K_1$  до первинної обмотки трансформатора Тесла, а  $K_2$  надягніть на осердя котушки Томсона (можна використати універсальний трансформатор). Увімкніть трансформатори. Дві лампи будуть світитися. Якщо поміняти котушки місцями, то лампи світитися не будуть!



## Запитання

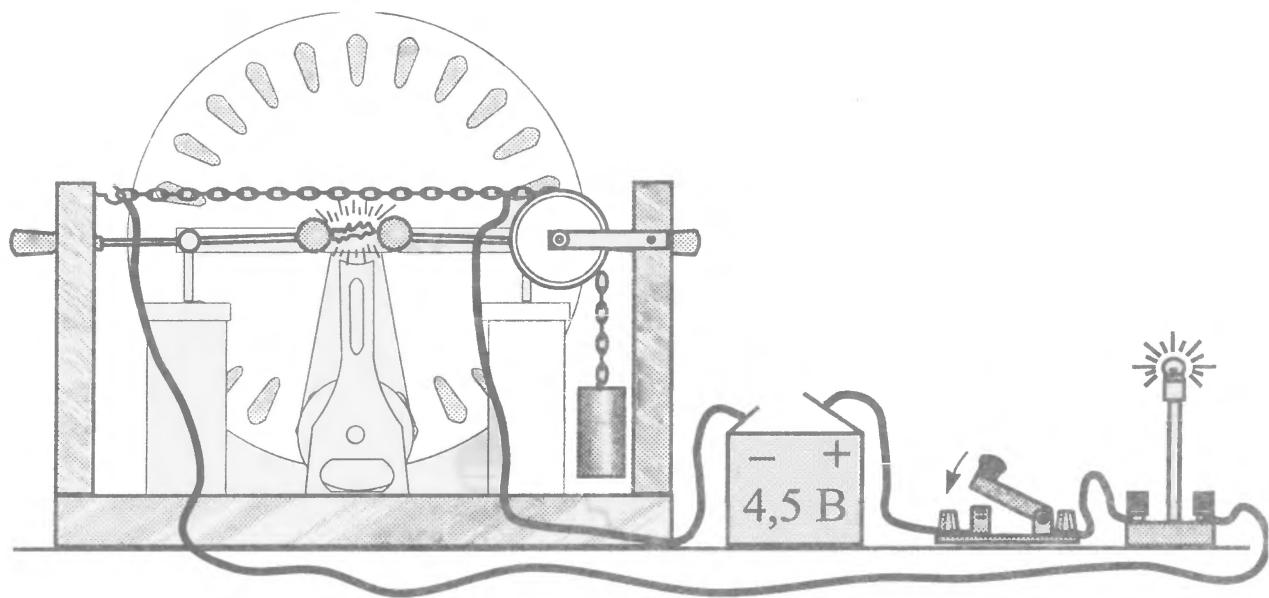
1. Чому світилися лампи котушок у першому випадку?
2. Чому лампи не світитимуть, якщо їх поміняти місцями?

# 30 ЛАНЦЮЖОК-КОГЕРЕР



## Завдання

Джерело живлення на 4,5 В, вимикач, лампу розжарювання на 6,3 В або дзвінок і металевий ланцюжок завдовжки 30 – 40 см з'єднайте між собою послідовно в електричне коло, як показано на малюнку. Один кінець ланцюжка закріпіть на стійці, а інший — перекиньте через блок і навантажте гирею. Паралельно ланцюжку розташуйте горизонтально стрижні електрофорної машини. Замкніть коло. Розжарювання лампи буде дуже малим (дзвоник не буде дзвонити). Під час появи іскри між стрижнями машини розжарювання лампи зросте (задзвонить дзвоник)! Щоб повторити демонстрацію, треба розімкнути коло і постукати по ланцюжку.



## Запитання

1. Чому під час пробую повітряного зазору між стрижнями електрофорної машини збільшується розжарювання лампи?
2. Чи можна проробити цей дослід, якщо між ланцюжком і стрижнями встановити металеву пластину?
3. Чому для повторення демонстрації ланцюжок треба струснути?

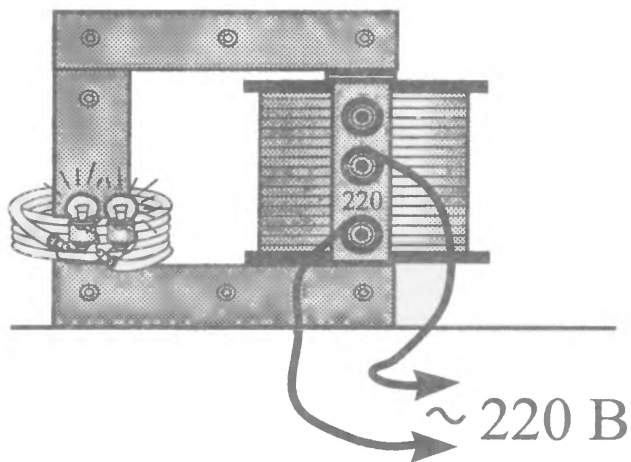
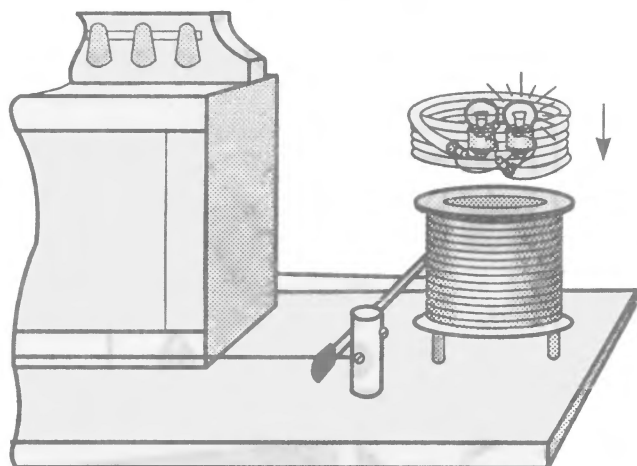
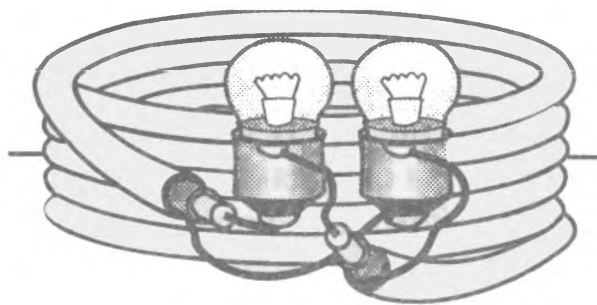
# 31 СКИН-ЕФЕКТ



## Завдання

Візьміть шматок коаксіального кабелю завдовжки 1,5 м. Зробіть з нього котушку, яка має 6 витків. До кінців внутрішнього дроту і зовнішньої обплітки припаяйте патрони для низьковольтних ламп розжарювання, як показано на малюнку вгорі. Вкрутіть лампи на 2,5 В.

Якщо цю котушку розмістити на осерді універсального трансформатора з котушкою на 220 В, увімкненою у коло змінного струму, то світлитимуться обидві лампи з однаковим розжарюванням. Однак якщо котушку з коаксіального кабелю піднести до витків коливального контуру генератора УВЧ, то світлитиметься тільки та лампа, яка під'єднана до екрануючого дроту (обплітки)!



## Запитання

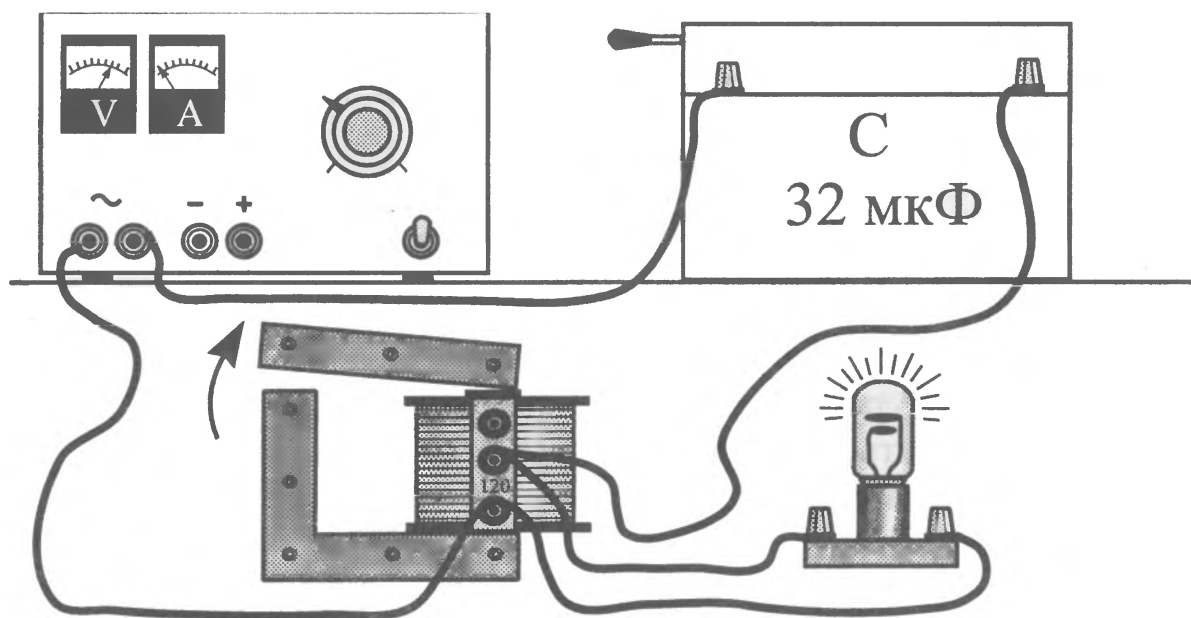
1. Чому під час розміщення котушки на осерді універсального трансформатора світяться обидві лампи?
2. Чому, якщо котушка розміщена біля витків високочастотного коливального контуру, світиться тільки та лампа, яка під'єднана до обплітки?

# 32 РЕЗОНАНС В ЕЛЕКТРИЧНОМУ КОЛІ З НЕОНОВОЮ ЛАМПОЮ



## Завдання

Зберіть електричне коло з батареї конденсаторів ємністю  $32 \text{ мкФ}$ , котушки на  $120 \text{ В}$  від універсального шкільного трансформатора із замкнутим осердям. Паралельно котушці під'єднайте неонову лампу ТН-20. Увімкніть коло до джерела живлення змінного струму напругою  $30 \text{ В}$ , як показано на малюнку. Неонова лампа не світиться. Замкніть батарею конденсаторів. До лампи в цьому разі прикладена максимальна напруга, але вона знову не світиться. Проте якщо зсунути ярмо осердя, то неонова лампа яскраво спалахне!



## Запитання

1. Чому не світиться неонова лампа, коли до неї прикладено максимальну напругу  $30 \text{ В}$ , але вона спалахує, якщо зсунути ярмо осердя трансформатора?
2. Якщо під час світіння лампи піднімати котушку над осердям, то світіння припиняється. Чому?
3. Чому припиняється світіння лампи, якщо змінити ємність батареї конденсаторів?

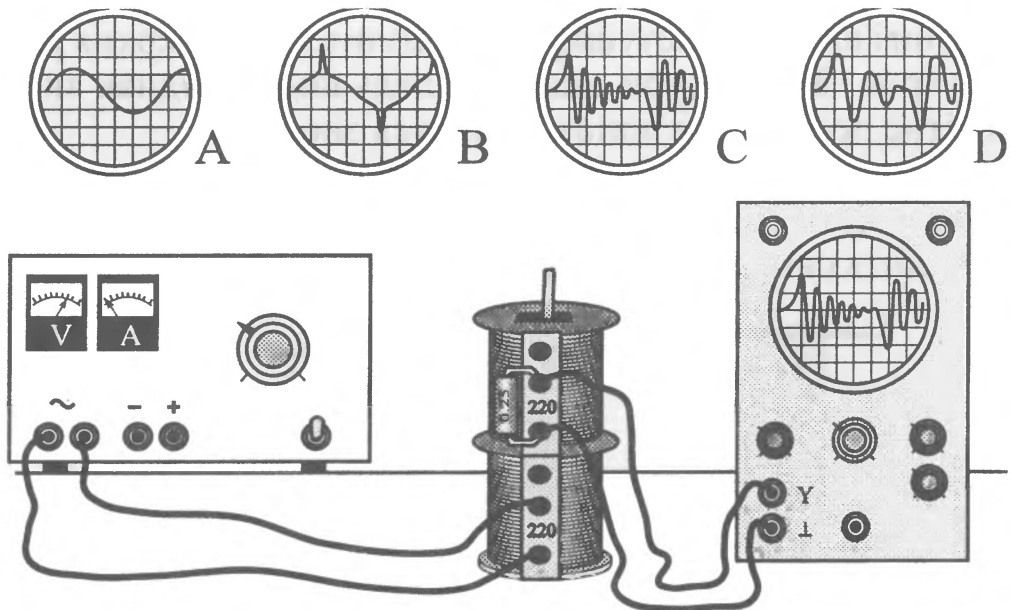
# 33 ЗГАСАЮЧІ КОЛИВАННЯ У КОНТУРІ



## Завдання

Котушку від універсального трансформатора на 220 В увімкніть у коло змінного струму з напругою 10 – 30 В. Зверху на неї поставте другу котушку на 220 В, яку під'єднайте до входу Y осцилографа. На екрані отримаємо осцилограму А. Якщо котушки віддаляти одну від одної, то амплітуда сигналу стає меншою.

Візьміть пластину електротехнічної сталі від осердя будь-якого трансформатора і виріжте з неї смужку завдовжки 15 – 20 см і завтовшки 4 – 5 мм. Встановіть її усередину в котушки. На екрані отримаємо осцилограму В. Якщо паралельно котушці, з'єднаній з осцилографом, під'єднати конденсатор на 0,25 мкФ (160 В), то отримаємо осцилограму згасаючих коливань С. Увімкнувши паралельно конденсатору ще один конденсатор ємністю 2 мкФ, отримаємо осцилограму D.



## Запитання

1. Як пояснити осцилограму В?
2. Чому виникають коливання у колі, якщо паралельно котушці під'єднати конденсатор?
3. Чому коливання згасають?

# 34 ДИВОВИЖНА РІДИНА



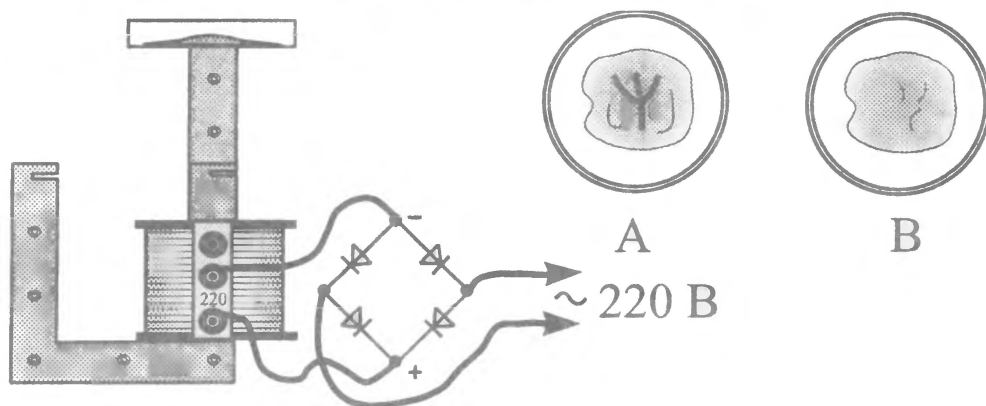
## Завдання

Щоб зробити цю дивовижну рідину, вам потрібно мати касторову олію (її можна купити в аптеці) і гідрат оксиду заліза  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (він є у шкільному кабінеті хімії). Налийте у фарфорову ступку 30 г олії і перемішуйте її з феромагнетиком до створення рідини, що схожа на густу сметану. Потім потрібно розтирати суміш у ступці протягом 10 хв — і дивовижна рідина готова! Перелийте її у прозору скляну посудину (чашку Петрі) і встановіть на ярмо від осердя шкільного універсального трансформатора, яке розмістіть вертикально, як показано на малюнку.

1. Якщо котушку на 220 В увімкнути в коло змінного струму через діодний місток (діоди потрібні з максимальним струмом понад 5 А), то побачимо, як рідина підніметься у центрі майже на 5 мм! (Якщо утвориться «їжак», то треба додати до рідини трохи олії.)

2. Візьміть скляну або дерев'яну паличку і намалюйте будь-який візерунок на рідині, не вимикаючи магнітного поля (рис. А). Почекайте кілька хвилин і вимкніть котушку. Ви побачите, як поверхня рідини розпрямиться (рис. В). Контури малюнка ледь видно. Однак якщо увімкнути магнітне поле, то малюнок з'явиться знову!

3. Замість ярма встановіть на осердя полюсний наконечник. Якщо на вістря крапнути трохи рідини і ввімкнути магнітне поле, то рідина миттєво змінить свій колір, ставши оранжевою!



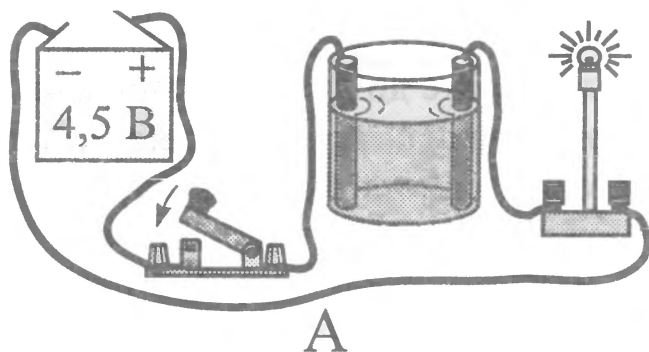
## Запитання

1. Як змінюється тиск рідини у першому досліді?
2. Як можна пояснити явище «згадування» рідиною малюнка?
3. Чому змінився колір рідини?

# 35 ІОНИ В РОЗЧИНАХ

## ! Дослід № 1

Зробіть розчини солі NaCl, цукру, оцту і соди у дистильованій воді. Занурте стрижні у розчин і складіть електричне коло, як показано на малюнку (А).

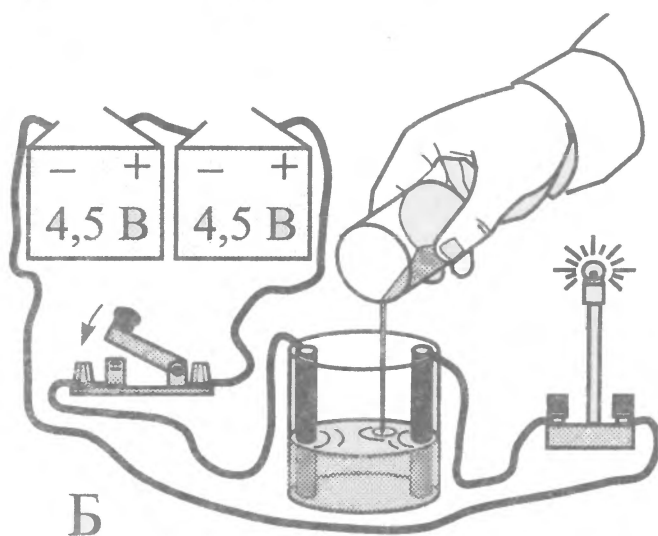


## ? Запитання

1. Який з розчинів проводить струм найліпше?
2. Який розчин не проводить електричного струму?

## ! Дослід № 2 (дослід Арреніуса)

Налийте у склянку трохи оцтової есенції. Будьте обережні, стережіться опіку! Як джерело живлення використайте дві батареї на 4,5 В, увімкнені послідовно. Замкніть коло. Лампа не світиться. Проте якщо наливати у склянку воду, як показано на малюнку (Б), то побачимо, що лампа починає світитися щораз яскравіше!



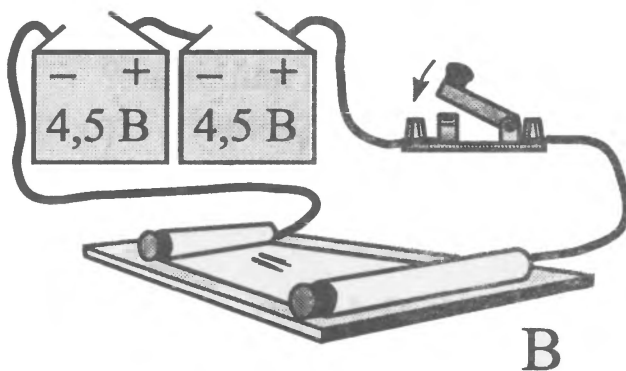
## ? Запитання

1. Чому лампа не світилася, якщо у склянку було налито оцтову есенцію?
2. Чому яскравість світіння лампи зростає, якщо у склянку доливати воду?



### Дослід № 3 (швидкість руху іонів)

Візьміть пластину будь-якого діелектрика (оргскло) і покладіть на неї смужку промокального паперу, змоченого в розчині солі NaCl. На смужку покладіть кілька кристалів марганцевокислого калію. З протилежних боків загорніть смужкою графітові стрижні, які під'єднайте до джерела живлення (9 В), як показано на малюнку (В). Кристалики почнуть розчинятися, і побачимо, як у напрямку позитивного електрода потягнуться малинові язички! Маючи секундомір і лінійку, можемо виміряти швидкість руху іонів.



# 36 ЕЛЕКТРИЧНИЙ «ОЛІВЕЦЬ»

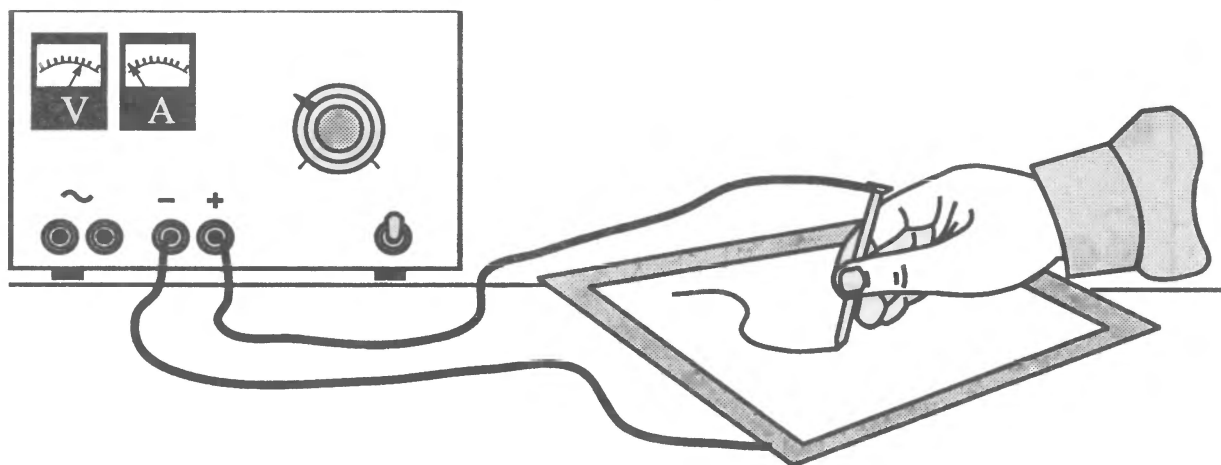


## Завдання

У цьому досліді звичайним залізним цвяхом можна малювати на папері двома кольорами на вибір: зеленим або червоним.

До клеми «+» джерела живлення постійного струму на 25 В (можна використати чотири послідовно з'єднані батарейки, кожна з яких на 4,5 В) під'єднують цвях або будь-який металевий стрижень, а до клеми «-» — алюмінієвий або мідний лист розміром 300 × 400 мм і за товшки 1 – 1,5 мм. Візьміть чистий аркуш паперу, змочіть його в розчині жовтої кров'яної солі і покладіть на пюпітр (алюмінієвий лист). На поверхню мокрого листа ватним тампоном нанесіть розчин фенолфталеїну. Його можна замінити розчином кількох таблеток пургену в півсклянці води.

Якщо після цього провести цвяхом по папері, то на ньому залишиться яскрава зелена лінія! Змінивши полярність під'єднання цвяха і пюпітра, ви отримаєте на папері червоний слід від «олівця».



## Запитання

1. Чому слід від «олівця» змінює колір, якщо змінити полярність пюпітра і цвяха?
2. Чи залежить яскравість і чіткість лінії від різниці потенціалів між пюпітром та «олівцем»? Як?
3. Де можна використати це явище?

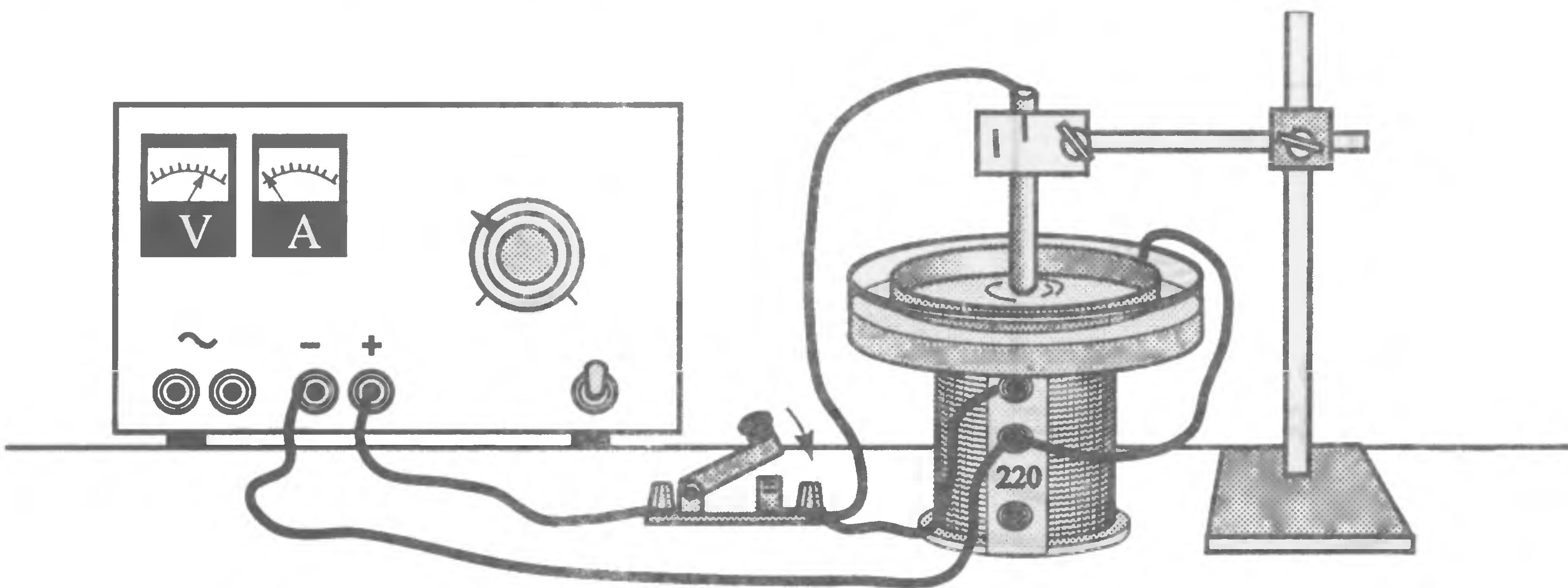
# 37 РІДИННИЙ ДВИГУН

## ! Завдання

Для проведення досліду необхідно мати джерело живлення зі сталою напругою 10 В, прозору посудину (кристалізатор), котушку від шкільного універсального трансформатора, вимикач, з'єднувальні провідники, металевий стрижень і кільце.

На котушку універсального трансформатора встановіть кристалізатор, в який налейте розчин мідного купоросу ( $\text{CuSO}_4$ ). У розчин занурте металеве кільце, а в центрі закріпіть металевий стрижень, як показано на малюнку. Котушку на 110 В увімкніть в електричне коло з постійною напругою 10 В. Стрижень і кільце під'єднайте до джерела живлення зі сталою напругою 6 – 10 В. Під час замикання кола ви побачите, що розчин почне повільно обертатися.

Щоб поспостерігати це явище, було би ліпше додати до розчину маленькі шматочки корка або пінопласту.



## ? Запитання

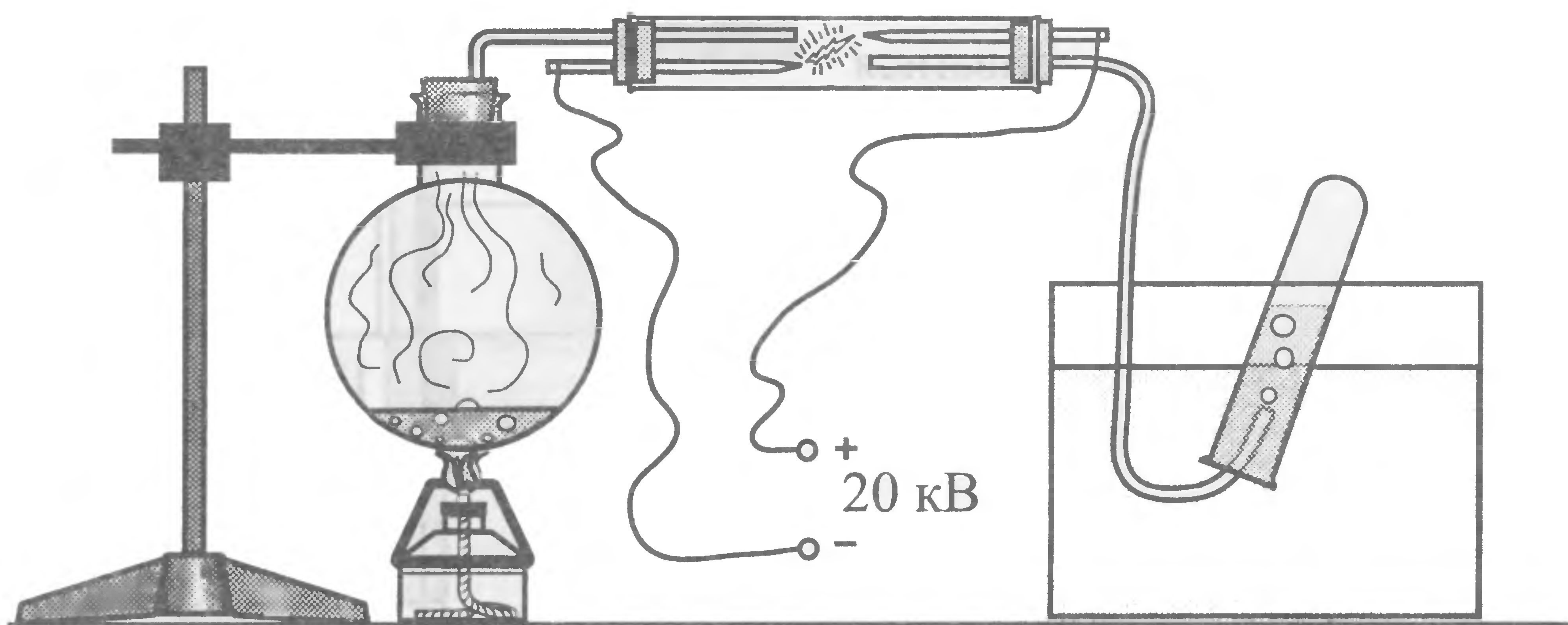
1. Чому розчин обертатиметься, якщо замкнути коло?
2. Якою буде траєкторія руху іонів розчину в магнітному полі?
3. В якому місці розчин нагрівається більше: біля стрижня чи кільця?

# 38 ГРИМУЧИЙ ГАЗ

## **!** Завдання

Проводячи цю демонстрацію, будьте особливо обережні. Встановіть захисний екран!

Скляну трубку, в якій розташовані два електроди з алюмінієвого дроту, з'єднайте трубкою з колбою і пробіркою, як показано на малюнку. Доведіть воду в колбі до кипіння і безперервно пропускайте іскровий розряд між електродами, під'єднавши їх до високовольтного індуктора. У пробірку, витісняючи з неї воду, буде потрапляти газ. Після того, як ви отримаєте достатню кількість газу, закоркуйте пробірку і витягніть її з води. Розмістіть пробірку за скляним екраном, витягніть корок і підпаліть газ сірником. Газ спалахне з характерним звуком!



## **?** Запитання

1. Що потрапляє з колби у скляну трубку?
2. Який газ утворюється під дією високої температури іскрового розряду в скляній трубці?
3. Чому сильну пожежу не можна гасити невеликою кількістю води?
4. Як пояснити природу характерного звуку під час спалахування газу?

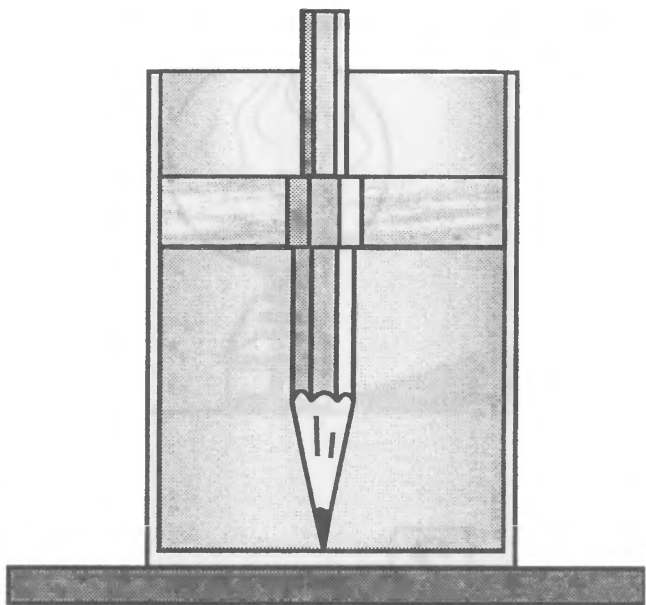
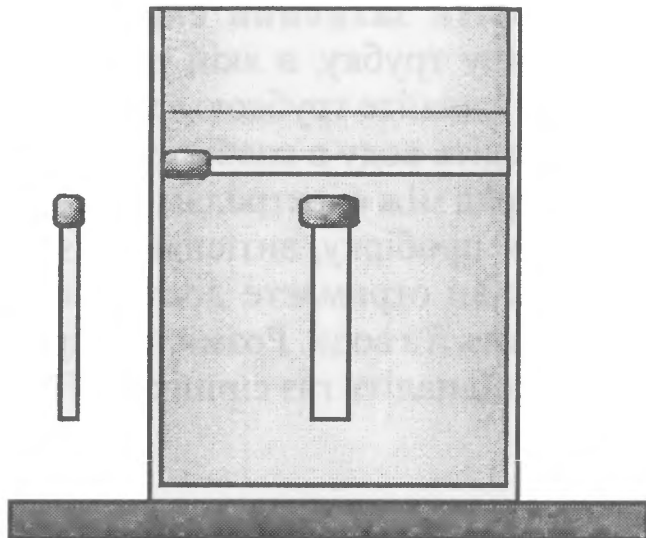
# 39 СІРНИК І ОЛІВЕЦЬ У СКЛЯНЦІ ВОДИ



## Завдання

Якщо розміщений горизонтально сірник розглядати крізь циліндричну склянку з водою, то його довжина здається більшою за діаметр склянки, а товщина не змінюється. Якщо ж сірник розмістити вертикально, то його довжина не змінюється, а товщина здається більшою.

Налийте на воду шар касторової олії. Якщо встановити вертикально олівець, як показано на малюнку, то він буде здаватися товстішим там, де знаходиться олія.



## Запитання

1. Чому сірник у склянці води позірно змінює розміри тільки в одному напрямку (по горизонталі чи вертикалі) залежно від його положення?
2. Чому олівець здається товстішим у тій частині склянки, де знаходиться олія?
3. Чому, якщо нахилити олівець, він здається зламаним у кількох місцях?

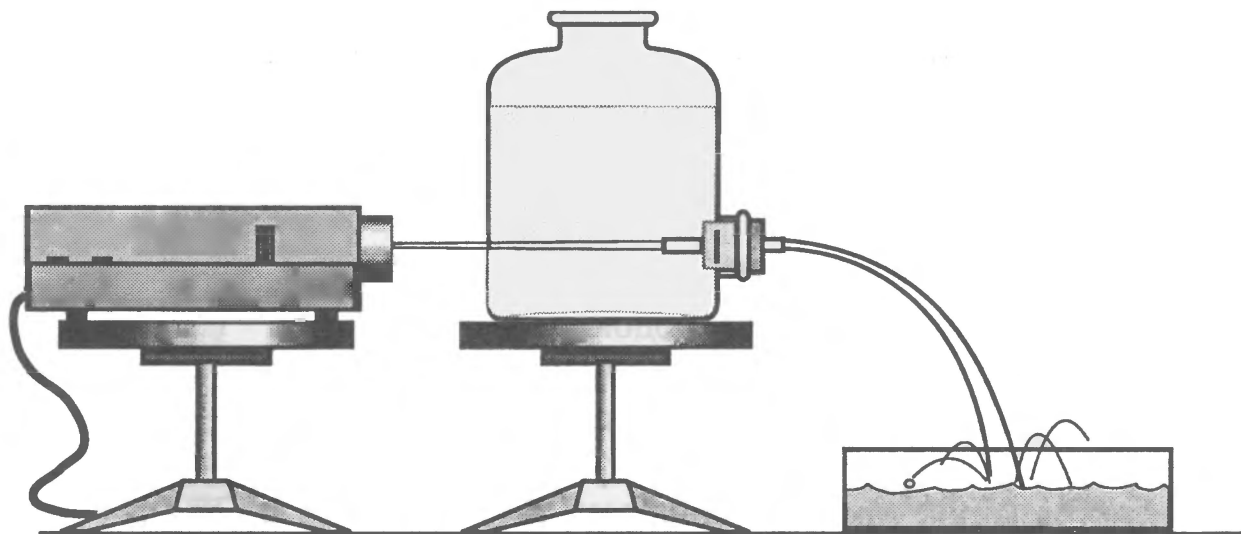
# 40 ПРОМЕНІ СВІТЛА У СТРУМЕНІ ВОДИ

## ! Завдання

Великий скляний бутель з бічним тубусом встановіть на відстані 40 см над столом. У тубус вставте корок, через який пропустіть невелику скляну трубку. В діапроектор замість діапозитива встановіть рамку з фольги, в якій зробіть голкою невеликий отвір. Промінь від діапроектора спрямуйте на отвір тубуса, як показано на малюнку.

Бутель заповніть водою, в яку треба додати трохи молока. Струм, який витікатиме з трубки, почне світитися!

Замість діапроектора можна використати промінь від лазерної указки.



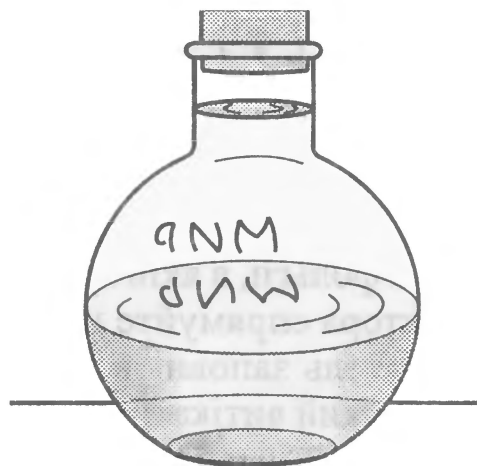
## ? Запитання

1. Навіщо у воду треба було додати трохи молока?
2. Відомо, що промінь світла поширюється прямолінійно, якщо середовище однорідне. Чому в нашому досліді промінь повертає разом зі струменем води?
3. Наведіть приклади практичного застосування повного відбиття світла.

# 41 ДЗЕРКАЛЬНЕ ВІДБИТТЯ НА ПОВЕРХНІ ПОДІЛУ РІДИН

## ! Завдання

Колбу, заповнену водою й ацетоном, щільно закоркуйте. Якщо на склі колби в тій частині, де знаходиться ацетон, написати слово, то можна побачити його дзеркальне відбиття на поверхні поділу рідин.



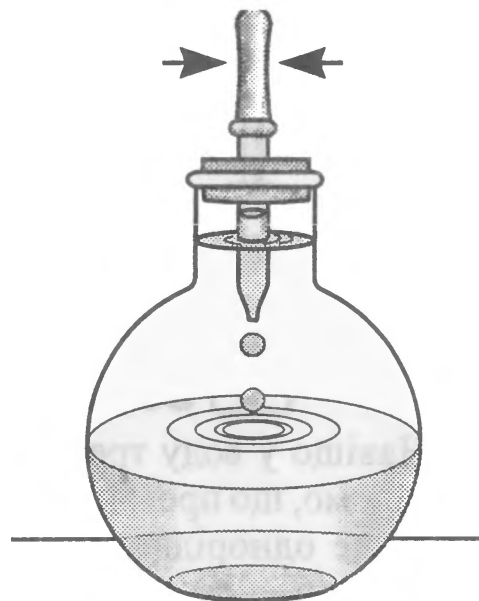
## ? Запитання

1. Чому з'являється дзеркальне відбиття напису?

# 42 ХВИЛІ НА ПОВЕРХНІ ПОДІЛУ РІДИН

## ! Завдання

Заповніть колбу наполовину водою. Потім налейте ацетону і закрийте колбу корком з отвором, щоб випаровування ацетону було незначним. Наберіть у піпетку води і вставте її в корок так, щоб вона занурилась в ацетон. Якщо крапати водою з піпетки, не виймаючи її з ацетону, то можна побачити цікаве явище. Крапля води у вигляді кульки падає на поверхню поділу рідин і утворює на ній хвилі. Таким чином, спостерігаємо хвилі, які поширюються по поверхні поділу двох рідин!



## ? Запитання

1. Чому крапля води в ацетоні набуває майже сферичної форми?
2. В які види енергії перетворюється енергія падаючої краплі?

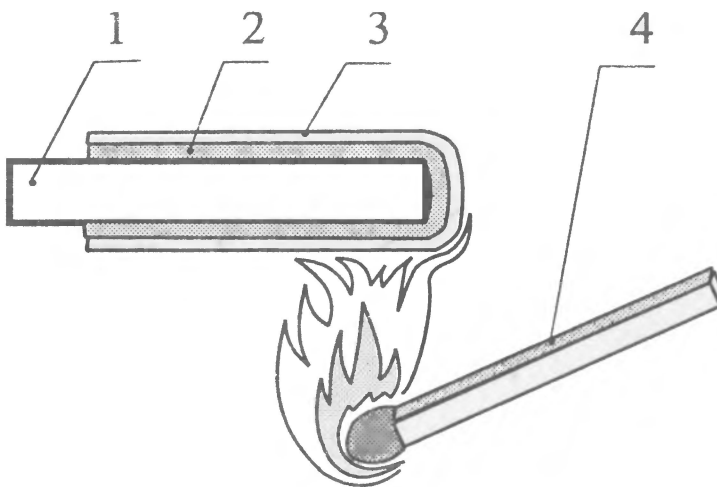
# 43 ДЕМОНСТРАЦІЯ ТРИБО- І ТЕРМОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ



## Завдання

Серед різних видів люмінесценції («холодного світіння») відомі такі, як триболюмінесценція (атоми збуджуються за рахунок виконання роботи силою тертя) і термолюмінесценція (атоми збуджуються за рахунок теплового руху частинок тіла). Для отримання речовини, здатної світитися, використовують покриття, нанесене на коробки від сірників. Його знімають з коробки разом з папером, щільно прикладають до будь-якої металевої поверхні (1), наприклад монети, як показано на малюнку (2 — речовина для запалювання сірників, 3 — папір), деякий час тримають над полум'ям від сірника 4. Після цього поверхня монети стає здатною до трибо- і люмінесценції.

Якщо в затемненому приміщенні таку монету потерти шерстю або нагріти на електроплитці, то вона буде світитися! В обох випадках колір світіння буде світло-зелений.



## Запитання

1. Чи залежить колір світіння від часу тертя монети? Чому?
2. Чому світіння припиняється через кілька секунд після того, як потерли монету?
3. Наведіть кілька прикладів використання явища люмінесценції.

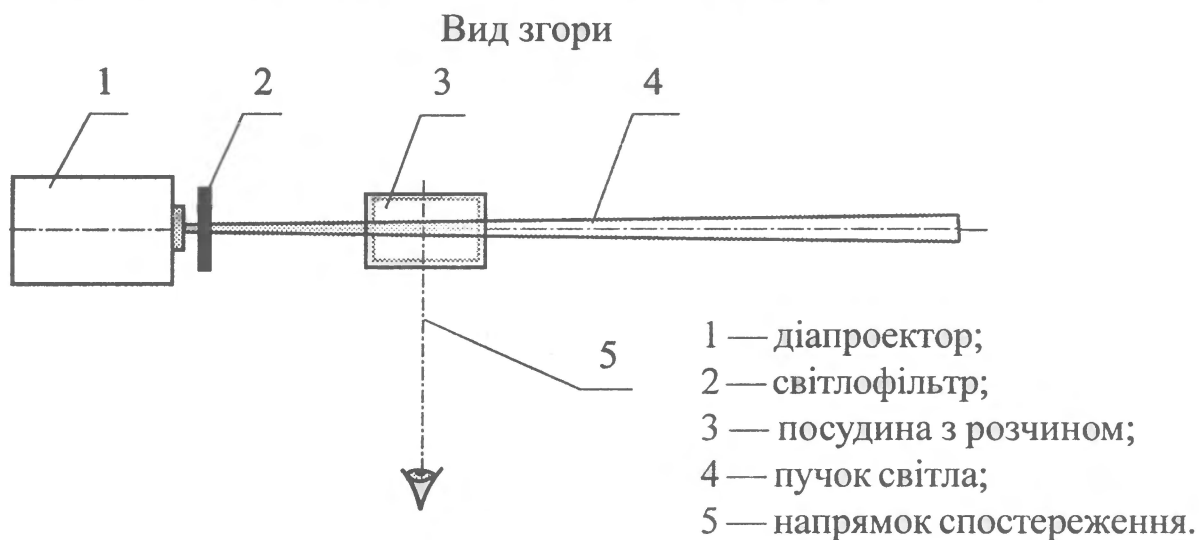
# 44 ФЛУОРЕСЦЕНЦІЯ



## Завдання

Для проведення досліду потрібні діaproектор, в який замість діапозитива треба вставити картку з картону (або фольги) з отвором у центрі розміром 2 – 3 мм, і прозора посудина.

Спочатку заповнимо посудину чистою водою. Пропустимо промінь світла і подивимось на посудину збоку. Променя світла майже не видно. Заповнимо посудину гасом. Промінь світла стає видимим як світло-синя смуга! Якщо заповнити посудину риванолом (він продається в аптеках), то світіння буде жовто-зеленим. Флуоресценцію можна спостерігати в розчинах деяких шампунів, які мають яскравий зелений або синій колір і містять флуоресцентні домішки. Слід мати на увазі, що шампунь треба сильно розчинити водою.



## Запитання

1. Чому явище флуоресценції не спостерігається, якщо несильно розчинити шампунь водою або додати до нього йодистого калію?
2. Якщо додати до розчину КОН або NaOH, то яскравість флуоресценції помітно зростає. Чому?
3. Якщо на шляху променя від проектора поставити синій світлофільтр, а посудину заповнити риванолом, то світіння буде жовто-зеленим. Те саме відбуватиметься, якщо світлофільтр буде зеленим. Чому в досліді з червоним світлофільтром явище флуоресценції не спостерігається?

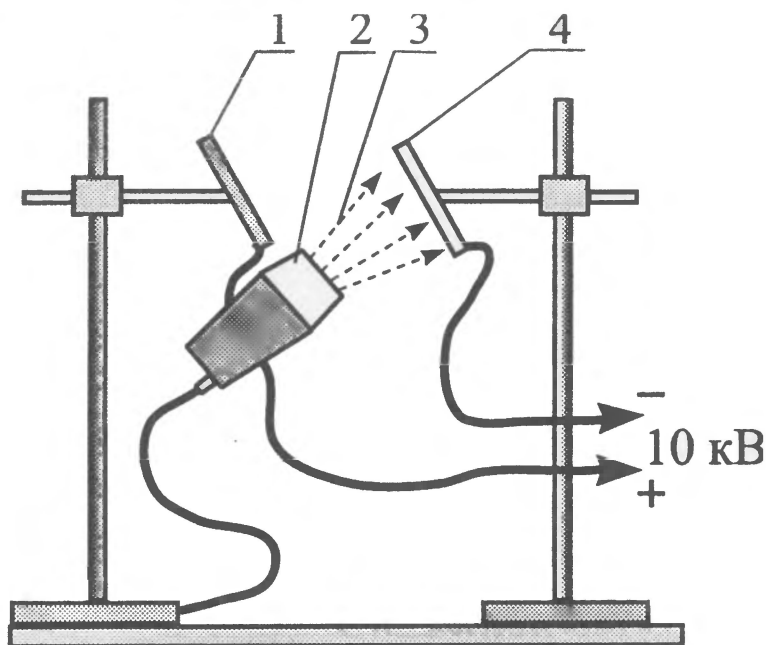
# 45 ФОТОЕФЕКТ І ПЕРЕДАЧА ЗОБРАЖЕННЯ НА ВІДСТАНЬ



## Завдання

На ізольованих підставках закріплюють під кутом  $60^\circ$  до горизонту дві пластини: ебонітову зі станіолевою обкладкою (1) і цинкову (4) розміром  $10 \times 15$  см. Цинкову пластину опромінюють ультрафіолетовими променями (3) від електричної дуги або кварцової ртутної лампи (2) від косметичного набору. Джерело променів має бути встановлено на відстані 20 – 25 см від цинкової пластини так, щоб промені падали на неї майже перпендикулярно. Пластини під'єднують до електрофорної машини. Цинкову пластину (катод) з'єднують з негативним полюсом, а станіолеву обкладку (анод), що знаходиться під пластинною з ебоніту, — з позитивним. Станіолеву фольгу приклеєно до ебоніту клеєм БФ. Між ними треба розмістити кілька тонких провідників (жил з багатожильного дроту), щоб мати надійний електричний контакт зі станіолем.

Перед дослідом нанесіть гострим лезом на цинкову пластину малюнок. Після опромінювання пластини протягом 20 с і роботи електрофорної машини розрядіть машину та зніміть ебонітову пластину. Струшуючи ватний тампон, який попередньо був занурений у тальк, нанесіть тонкий шар тальку на ебоніт. Ви побачите, як на ньому почне проступати дзеркальне відбиття малюнка цинкової пластини!





## **Варіант досліду**

Зачистіть цинкову пластину і на неї покладіть фігурку з пластиліну чи приклейте фігурку з паперу. Потім проведіть дослід у тій самій послідовності.



## **Запитання**

1. Як з'являється дзеркальне відбиття на ебонітовій пластині?
2. Чому перед наступною демонстрацією треба потримати ебонітову пластину над полум'ям спиртівки так, щоб полум'я доторкнулося до пластини?
3. Чому малюнок стає нечітким, якщо дослід проводити протягом 2 хв?

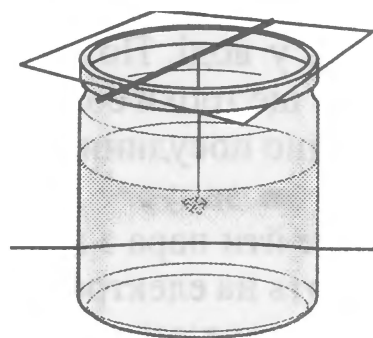
# 46 ЯК ВИРОСТИТИ ВДОМА КРИСТАЛ



## Завдання

Ліпше за все вирощувати вдома кристали алюмокалієвих галунів ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ). Цю речовину можна придбати в будь-якому магазині хімієреактивів, і вона абсолютно безпечна.

Спочатку треба зробити «затравку». Візьміть дві скляні банки і ретельно їх вимийте. В одну з них налейте теплої води і всипте галуни. Перемішуючи розчин, стежте за розчиненням. Як тільки речовина припинила розчинятися (утворився насичений розчин), обережно злийте розчин в іншу банку так, щоб туди не потрапила нерозчинена речовина. Після цього накрийте банку склом. Як тільки розчин охолоне, зніміть скло. Через деякий час ви побачите, як у банці утворюється багато кристалів! Дайте їм трохи підросли і візьміть найбільші для «затравки». Тепер можна починати вирощування кристалів.



Знову візьміть дві чисті банки. Щоб позбавитися небажаних зародків на стінках, потримайте банки над носиком чайника, в якому кипить вода. В одній з банок зробіть теплий насичений розчин і перелийте в іншу банку. Трохи підігрійте його, накрийте банку склом і поставте охолонути. Як тільки температура розчину наблизиться до температури насичення, занурте в банку, підготовлену заздалегідь, «затравку». (Її можна приклеїти до нитки або до тоненької скляної волосини.) Спочатку вона трохи розчиниться, але потім почне рости кристал. Коли розчин охолоне, вирощування кристалу продовжують, трохи піднявши скло. Вода випаровується, а пилінки не потрапляють до банки. Через три дні ви отримаєте чудовий кристал! Намагайтеся всі ці дні не доторкатися до банки. Тоді кристал треба промокнути серветкою, інакше він швидко потьмяніє.



## Запитання

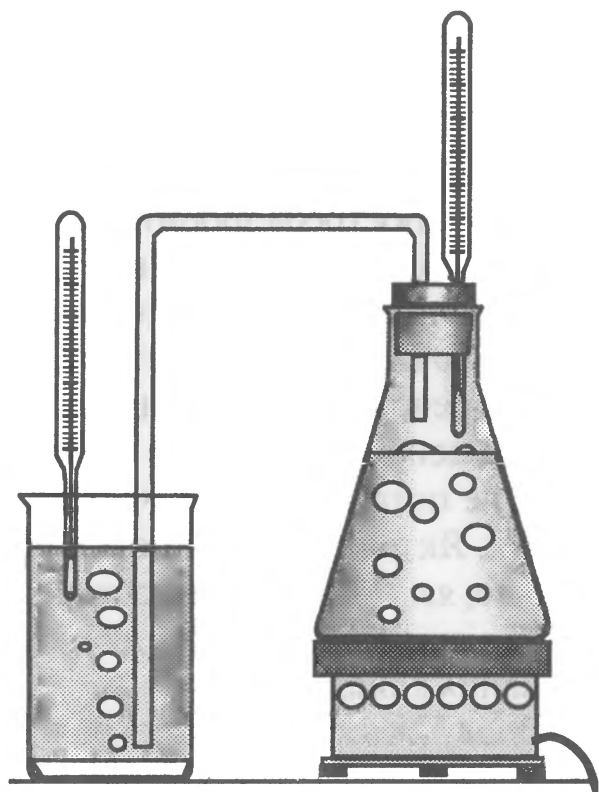
1. Чому під час вирощування кристалу треба намагатися, щоб якомога менше пилу потрапляло в розчин?
2. Чому кристал починає рости під час охолодження розчину?

# 47 ОТРИМАННЯ ЕНЕРГІЇ ПІД ЧАС КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ



## Завдання

Зробіть концентрований розчин солі у воді. Потім додайте в розчин ще трохи солі, щоб вона закрила дно посудини. У посудину з розчином занурте трубку, через яку буде йти пара з колби, котру нагрівають на електроплитці, як показано на малюнку. Увімкніть електроплитку і доведіть воду в колбі до кипіння. Термометр у колбі покаже температуру майже  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Пара, яка проходить через трубку і розчин солі, має температуру приблизно  $97\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Розчин солі буде нагріватися, і здається, що він нагріється до тієї самої температури або дещо меншої. Однак розчин нагріється майже до  $103\text{ }^{\circ}\text{C}$ !



## Запитання

1. Як зміниться рівень розчину в посудині, коли через нього пропускають пару?
2. Чому для ліпшого проведення досліду на дно посудини треба насипати сіль?
3. Чому розчин солі нагрівається до  $103\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

# 48 РОТОРНИЙ «КОРАБЕЛЬ» ФЛЕТНЕРА

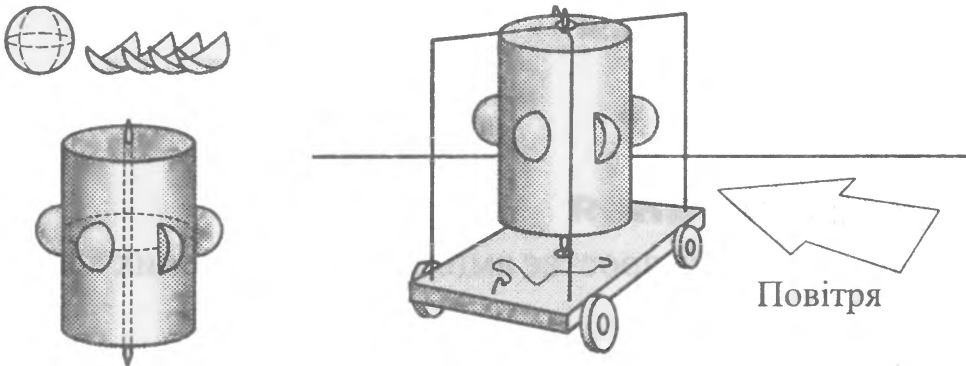


## Завдання

У 1922 р. інженер Флетнер побудував перший у світі роторний корабель. Три труби цього корабля оберталися під дією парової машини. Під час вітру виникала сила Магнуса, яка примушувала корабель рухатися.

Роль корабля у нас буде виконувати візок з циліндром, діаметр якого дорівнює 70 мм, а довжина — 120 мм. Циліндр виготовлено з пінопласту. На рівні середини циліндра приклеєні шість пластмасових чашок, які можна зробити з кульок для гри в настільний теніс, розрізавши їх на чотири частини. Вісь циліндра зроблена з алюмінієвого дроту, виступні частини якого закріплені в дротяних рамках, що мають вигляд літери П. У центрі горизонтальної частини рам загнута петля, через яку проходить верхня частина осі циліндра. Нижня частина осі вставляється у чашку, закріплену в центрі візка. Висоту рам треба підібрати так, щоб мати змогу знімати циліндр. Візок може бути зроблений з будь-якого матеріалу, але він має бути неважким. На візку потрібно закріпити ниткою гачок, який зміг би утримувати циліндр від обертання.

Подміть повітрям від вентилятора на візок у напрямку, перпендикулярному до його можливого руху. Якщо циліндр закріплений гачком, то візок залишається нерухомим. Однак візок починає рухатися у напрямку, перпендикулярному до потоку повітря, якщо циліндр обертається!



## Запитання

1. В якому напрямку буде рухатись візок, зображений на малюнку?
2. Чому кораблі з такими трубами майже не використовують?

# 49 МЕХАНІЧНИЙ РЕЗОНАНС



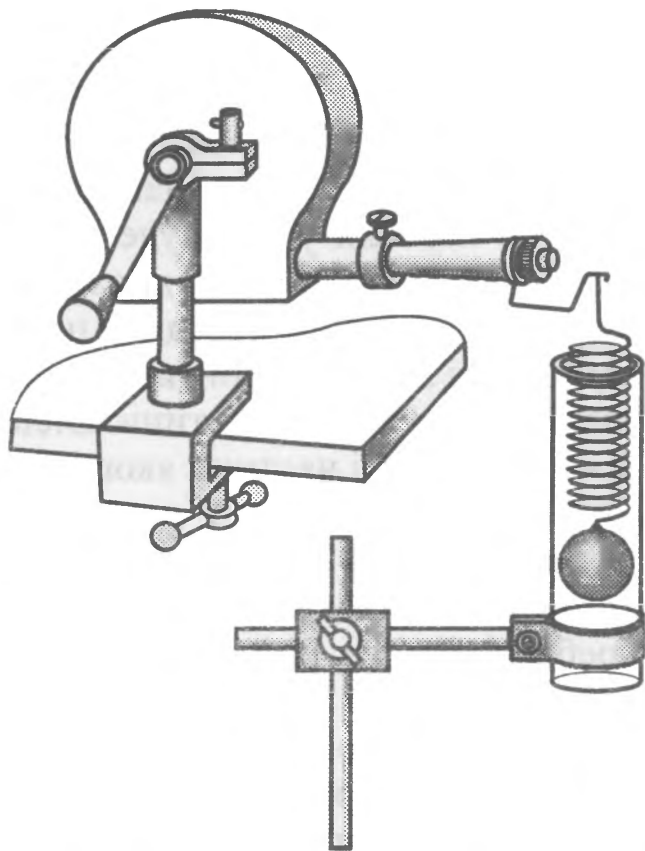
## Завдання

Для проведення досліду використовуємо пружину і тягарець масою 300 г. Пружину можна взяти від приладу «Відерця Архімеда». Щоб позбавитися бічних коливань маятника, пружину з тягарцем розміщують у скляній трубці, діаметр якої дещо більший, ніж тягарець. Трубу треба закріпити на штативі.

Збудження коливань маятника відбувається від ексцентрика, розміщеного на осі відцентрової машини з черв'ячною передачею.

На конічному стрижні закріплюють дрід, надавши йому форми, що нагадує ексцентрик.

Спочатку продемонструйте вільні коливання маятника. Потім, обертаючи ручку відцентрової машини, демонструємо вимушені коливання пружинного маятника, амплітуда яких невелика. Збільшуючи частоту коливань, отримуємо резонанс системи. Амплітуда коливань зростає майже у десять разів!



## Запитання

1. Чому під час резонансу зростає амплітуда вимушених коливань пружинного маятника?
2. Як зміняться частота, при якій настає резонанс, і амплітуда коливань пружинного маятника, якщо кульку занурити у воду?
3. Наведіть приклади використання механічного резонансу.

# 50 ЕФЕКТ ДОПЛЕРА



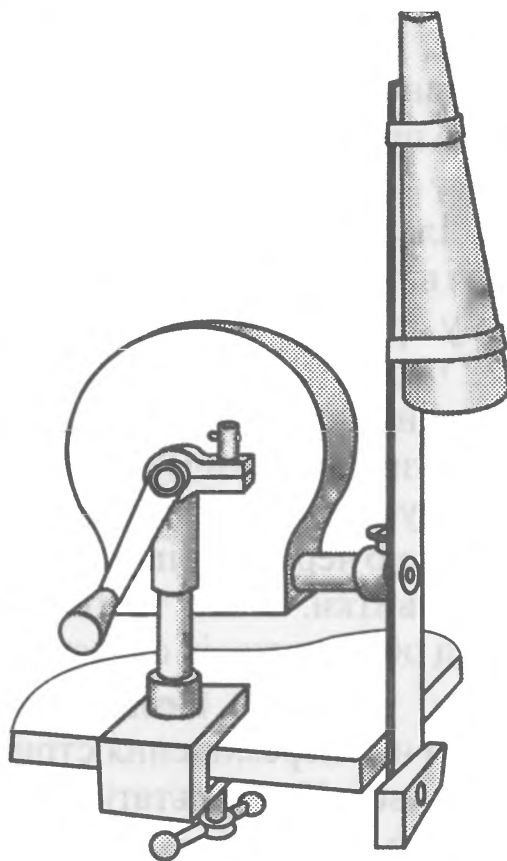
## Завдання

На осі відцентрової машини закріпіть стрижень з порожнім паперовим конусом на одному кінці і противагою на іншому.

Всередині у конусі біля його вершини розмістіть язичковий резонатор (його використовують у губних гармошках).

Якщо обертати відцентрову машину, то повітря буде засмоктуватися у порожнину конуса. Пластинка резонатора почне коливатися, створюючи звук певної частоти. Джерело звуку відносно слухача буде рухатися з деякою швидкістю, періодично наближаючись до нього і віддаляючись. Висота тону також періодично буде змінюватися.

Відстань джерела звуку від осі обертання дорівнює 60 см. Кількість обертів відцентрової машини становить 3 об/с. При цьому швидкість джерела звуку відносно слухача дорівнює 40 км/год.



## Запитання

1. Чому змінюється висота тону під час руху джерела звуку відносно слухача?
2. Чому повітря всмоктується у конус? В якому напрямку рухається потік повітря? Чому?
3. Чи буде спостерігатися ефект Доплера, якщо слухач розміститься на осі обертання?

# ВІДПОВІДІ

## 1. Електромагніт і гальванометр

1. Осердя електромагніту після його роботи залишається намагніченим. Під час розмикання і замикання магнітопроводу спостерігається зміна магнітного поля біля котушки, що спричиняє виникнення електрорушійної сили (ЕРС) і струму у витках котушки.
2. Під час замикання полюсів електромагніту магнітне поле майже повністю знаходиться всередині у магнітопроводі. Магнітний потік, що проходить крізь витки котушки, збільшується. Це спричиняє появу у витках струму такого напрямку, магнітне поле якого протидіє збільшенню магнітного потоку (правило Ленца). Під час розмикання виникає струм протилежного напрямку. Магнітне поле цього струму протидіє зменшенню магнітного потоку.
3. У цьому разі струми, що виникають у котушках, будуть мати протилежний напрямок, тому гальванометр зафіксує різницю сил струмів, яка значно менша, ніж їхня сума.
4. Струм прямо пропорційний до ЕРС, що виникає у котушках, яка, в свою чергу, пропорційна до швидкості зміни магнітного потоку через витки. Отже, треба намагатися якомога швидше відірвати якір від обох полюсів одразу.

## 2. Коливання стрижня створюють струм

1. Під час переміщення стрижня від полюса до полюса він перемагнічується. У результаті цього магнітне поле всередині у стрижні і навколо нього змінюється. Зміна магнітного поля спричиняє появу в котушці ЕРС індукції, яка, в свою чергу, створює струм у колі.
2. Так, тому що відбувається зміна з часом магнітного потоку, який пронизує витки котушки.
3. Ні, тому що алюміній не намагнічується.
4. У цьому досліді спостерігається перетворення механічних коливань стрижня на коливання електричного струму. Подібне явище використовується в електромагнітних звукознімачах, наприклад, в електрогітарах. Під струною розміщуються магніти і котушки дроту. Коливання струни спричиняють виникнення струму в котушці. Потім його підсилюють і подають на гучномовці.

## 3. Два гальванометри

1. Разом зі стрілкою гальванометра в магнітному полі рухається котушка. У ній виникає ЕРС індукції, під дією якої в замкненому колі двох гальванометрів виникає електричний струм.

2. Стрілка буде відхилитися вправо. Це пояснюється тим, що у колі виникне ЕРС і струм, магнітне поле якого буде протидіяти зміні поля у котушці.

#### 4. Мідне кільце, що літає

1. У кільці виникає індукційний струм, який має протилежний напрям до напрямку струму в котушці. Провідники, що мають протилежно напрямлені струми, відштовхуються один від одного.
2. Його нагріває індукційний струм. За законом Джоуля – Ленца,  $Q = I^2 R t$ , де  $Q$  — кількість теплоти, що виділяється у провіднику;  $I$  — сила струму в провіднику;  $R$  — опір провідника;  $t$  — час протікання струму.
3. Сильне нагрівання мідного кільця пояснюється тим, що струм у ньому значно більший, ніж у котушці. Котушка з осердям, на якому знаходиться кільце, являє собою трансформатор, вторинна обмотка якого має один замкнений виток. Потужність струму в кільці, якщо не враховувати втрат (на виникнення вихрових струмів в осерді, на випромінювання та ін.), дорівнює потужності струму в колі з котушкою. Тоді можна записати, що  $I^2 R = I_k^2 R n$ , де  $I$  — сила струму в кільці;  $I_k$  — сила струму в котушці;  $R$  — опір кільця (витка);  $n$  — кількість витків котушки. Опором провідників і джерела знехтуємо. Тоді величина, на яку сила струму в кільці перевищує силу струму в котушці, дорівнює кореню квадратному з кількості витків котушки. Якщо первинна обмотка має 2500 витків, то отримуємо, що струм у кільці більший у 50 разів.
4. Нагрівання тіл індукційними струмами використовується в електрометалургійній промисловості для плавлення металу, нагрівання деталей для їхньої обробки (гартування), а також для приготування їжі у мікрохвильових печах.
5. Кільце нагрівається, і його опір зростає. Це спричиняє зменшення індукційного струму. Сили взаємодії між струмами кільця і котушки зменшуються.

#### 5. Кільце, що підстрибує

1. Як тільки кільце встановлено на пластинки, воно замикає коло обмотки котушки. Магнітне поле індукційного струму, що виникає в кільці, відштовхує його від котушки. Під час підстрибування кільця коло розмикається. Сили відштовхування зникають, і кільце падає. Далі все повторюється знову.
2. Так. Тому що під час вмикання котушки у коло постійного струму в кільці виникне індукційний струм. Вона відштовхнеться і розірве коло.

3. Треба не забувати, що різниця потенціалів на пластинах, коли вони не замкнені кільцем, дорівнює 220 В. З огляду на це з точки зору безпеки краще спочатку покласти кільце, а потім увімкнути прилад.

### **6. Кільця з алюмінію і міді**

1. Кільця перебувають у змінному магнітному полі. У кожному з них виникає ЕРС індукції і струми, які мають однаковий напрямок. Провідники з паралельними струмами одного напрямку притягуються.
2. Коли мідне кільце було одне, на нього діяли сили відштовхування від котушки і тяжіння. Кільце з алюмінію обумовило виникнення третьої сили взаємодії кілець між собою, спрямованої вгору на мідне кільце.
3. Під час наближення мідного кільця до котушки сила відштовхування, яка діє на алюмінієве кільце, зростає і стає більшою за силу тяжіння та притягання кілець між собою. Через це воно відривається і підіймається вгору.

### **7. Зміна яскравості лампи**

1. За допомогою реостата, увімкненого послідовно з лампою, можна змінювати струм у колі, а отже, і ступінь розжарення лампи.
2. Під час замикання магнітопроводу в котушці виникає ЕРС самоіндукції, яка спричиняє короточасне зменшення сили струму. Через це яскравість світіння лампи зменшується.
3. Під час розмикання магнітопроводу магнітний потік через котушку зменшується. Це спричиняє виникнення ЕРС самоіндукції, яка збільшує струм у колі.

### **8. Спалах неонові лампи**

1. Під час розмикання кола виникає ЕРС самоіндукції, яка прямо пропорційна до індуктивності кола і швидкості зміни сили струму. Котушка з осердям має велику індуктивність, тому ЕРС досягає 250 В, що спричиняє спалах неонові лампи.
2. ЕРС виникає тільки під час зміни сили струму, а це відбувається протягом дуже малого інтервалу часу.
3. Так.

### **9. Дві лампи**

1. У коло першої лампи ввімкнена котушка. Під час замикання кола в котушці виникає ЕРС, яка зменшує струм у колі. Через це лампа засвічується з деяким запізненням.
2. Під час розмикання кола в котушці виникає ЕРС, що спричиняє виникнення струму в колі. Однак лампи в цьому разі ввімкнені послідовно, тому струм через них буде однаковим і гаснутимуть вони одночасно.
3. Зменшиться.

## **10. Котушка втрачає вагу**

1. У другій котушці виникає індукційний струм, який, за правилом Ленца, має протилежний напрямок до струму в котушці на 220 В. Протилежно напрямлені струми відштовхуються, тому покази динамометра зменшуються.
2. Так.
3. Так. Котушка буде нагріватися, та її опір зростатиме. Це спричинить зменшення індукційного струму і сили відштовхування.
4. Котушка буде втрачати вагу (відштовхнеться) тільки під час вмикання приладу.

## **11. Кільце, що обертається**

1. Обертаючи магніт під кільцем, ми з часом змінюємо магнітний потік, що проходить крізь кільце. Як наслідок, у ньому виникає індукційний струм, магнітне поле якого, взаємодіючи з полем постійного магніту, змушує кільце обертатися.
2. Так, але дуже повільно. Колові індукційні струми виникають всередині у кільці.

## **12. Стаканчик, що обертається**

1. Під час обертання магнітів відбувається зміна з часом магнітного поля відносно алюмінієвого стаканчика. У ньому виникають індукційні струми, які взаємодіють із зовнішнім магнітним полем.
2. Напрямок обертання стаканчика буде збігатися з напрямком обертання магнітів.

## **13. Однофазний електродвигун**

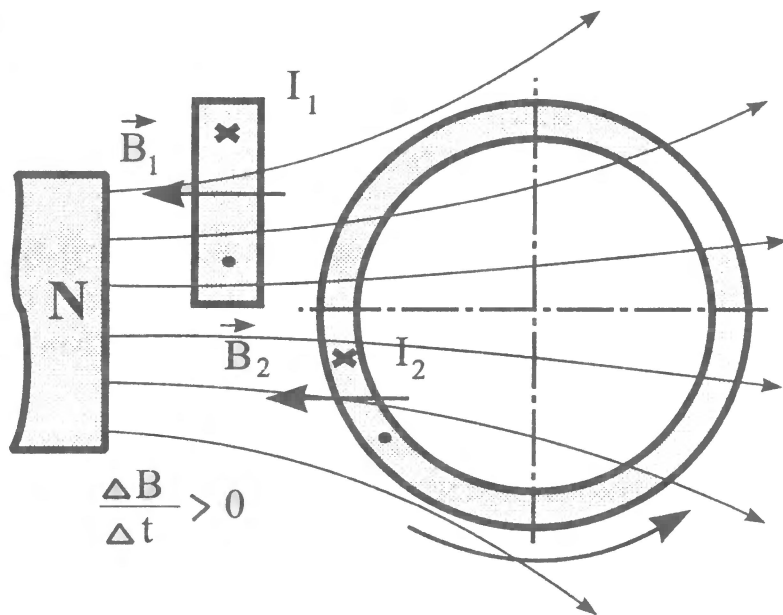
1. Під час замикання обмотки на 12 В у котушках виникають струми, які мають зсув фази 180°. Це означає, що їхнє максимальне значення настає у різні моменти часу. Магнітне поле цих струмів обертове. Воно створює в диску індукційні струми, які, взаємодіючи із зовнішнім магнітним полем, змушують диск обертатися.
2. Так. Явище обертання алюмінієвого диска у магнітному полі змінного струму використовують в електролічильниках.

## **14. Стаканчик і пластина**

1. Розглянемо малюнок (вид на стаканчик згори), який зроблено для інтервалу часу, коли магнітне поле, яке виходить з полюса осердя, зростає. Тоді, за правилом Ленца, у пластині виникає індукційний струм  $I_1$ , магнітне поле якого ( $B_1$ ) зменшує вплив поля осердя на стаканчик з одного боку. В стаканчику виникають вихрові індукційні струми ( $I_2$ ), магнітне поле яких зміщене відносно осі.

Виникає обертальний момент, який викликає обертання стаканчика проти годинникової стрілки.

- Швидкість обертання стаканчика буде більшою, якщо пластина буде виготовлена з міді. Опір мідної пластини у кілька разів менший, ніж алюмінієвої, тому індукційні струми будуть більшими. Їхні магнітні поля будуть ліпше екранувати одну з половин стаканчика.



### 15. Мідний і залізний стрижні

- Індукційні струми у мідному стрижні справді будуть більші, ніж у залізному. Однак головна причина нагрівання феромагнітного стрижня — його перемагнічування, пов'язане з поворотами елементарних магнітних диполів. Це спричиняє підсилення теплового руху і збільшення внутрішньої енергії. Робота виконується за рахунок теплової енергії.
- Енергія магнітного поля найбільша всередині у котушці, тому найбільше нагрівання відбуватиметься там. Отже, найбільша температура у стрижні буде там, де знаходиться нижній сірник.
- Стум у колі буде найменшим, коли опір реостата найбільший. Повзунок має знаходитися у крайньому лівому положенні.

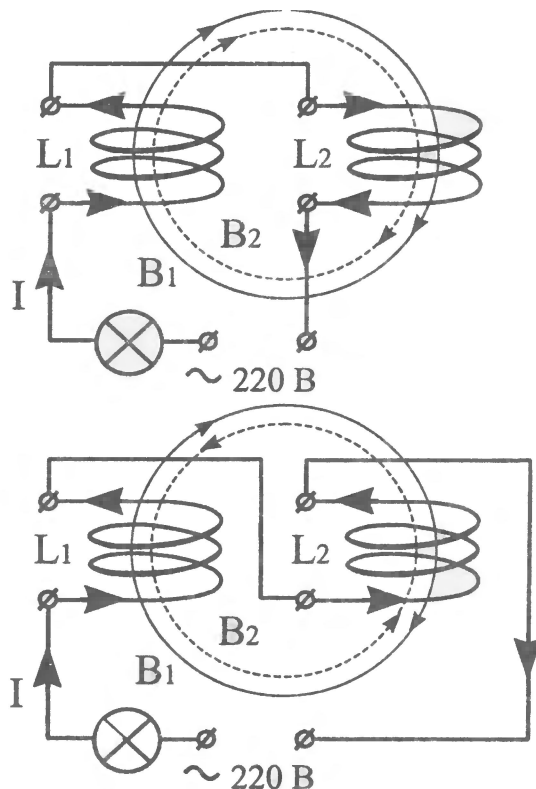
### 16. Осердя з пластин і суцільного заліза

- У суцільному стрижні виникають великі струми Фуко, які нагрівають його. В осерді з пластин струми малі, тому що кожна пластина ізолювана одна від одної та їхня товщина мала. Необхідно також врахувати нагрівання, пов'язане з перемагнічуванням осердя. Пластини виготовляють зі спеціального сплаву, так званого трансформаторного заліза, або електротехнічної сталі.
- Котушки ввімкнені послідовно, тому струми у них будуть однаковими.

## 17. Дві котушки

1. Розглянемо напрямок змінного струму в котушках та їхні магнітні поля для одного з півперіодів. У першому випадку магнітні поля ( $B_1$ ,  $B_2$ ) обох котушок ( $L_1$ ,  $L_2$ ) додаються (малюнок вгорі), а в другому — віднімаються. Тому в першому випадку індуктивний опір котушок великий. Струм через лампу йде малий, і вона не світиться. У другому випадку індуктивний опір малий, тому струм, який проходить через лампу розжарювання, великий, і вона світиться.

2. Напряга 220 В розподіляється між лампою і котушками. При послідовному з'єднанні напруга буде більшою на ділянці кола, яка має більший опір. Опір котушок у першому випадку великий, тому майже вся напруга буде прикладена до котушок. У другому випадку спад напруги на лампі зростає ( $U = IR$ ), а на котушках — зменшується.



## 18. Трансформатор і лампи

1. Лампа на 220 В не світиться, тому що індуктивний опір кола дуже великий (трансформатор працює в режимі холостого ходу).
2. Під час вмикання ламп на 12 В у вторинній обмотці йде струм, магнітне поле якого зменшує зміну магнітного поля первинної обмотки. ЕРС самоіндукції стає меншою, і сила струму в первинній котушці збільшується. Потужність струму первинної котушки буде трохи більшою, ніж потужність струму вторинної котушки (треба враховувати коефіцієнт корисної дії трансформатора).
3. Так. Лампа буде світитися яскраво, тому що індуктивний опір стане дуже малим.

## 19. Лампа на магнітопроводі

1. Якщо магнітопровід (В) замкнути залізною пластиною, розжарювання лампи (В) зменшується, тому що збільшується індуктивний опір кола.
2. Завдяки явищу електромагнітної індукції у котушці (А) з'являється ЕРС і виникає струм, який розжарює лампу (А). Лампа (В) починає гаснути, тому що збільшується індуктивний опір кола.

3. Якщо лампу (А) викрутити, то лампа (В) згасне, тому що струм у первинному колі буде незначним завдяки явищу самоіндукції. Під час вмикання лампи (А) на 40 Вт лампа (В) також буде світитися.

## 20. Витки і лампа

1. Навколо магнітопроводу існує вихрове електричне поле. Через це в колі виникає ЕРС, яка спричиняє електричний струм.
2. Струм у колі збільшиться, і лампа спалахне. Це пояснюється тим, що під час замикання магнітопроводу зростає індуктивність і ЕРС індукції.

## 21. Миготіння лампи

1. Неонова лампа миготіла весь час із частотою 50 Гц. Наше око сприймає зображення лампи як суцільне. Побачити спалахи можна, якщо вони будуть відбуватися на різних ділянках простору.

## 22. Взаємодія котушок на відстані

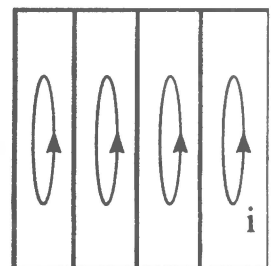
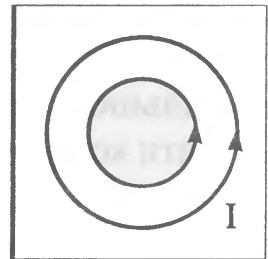
1. Між котушками існує індуктивний зв'язок. Змінне магнітне поле котушки на 220 В перетинає котушку на 120 В і наводить у ній ЕРС.
2. Зміна магнітного потоку з часом на більших відстанях стає меншою. Це спричиняє зменшення ЕРС у провіднику.
3. Залізо частково екранує котушку на 120 В. Покази вольтметра стануть меншими.
4. Якщо осердя котушки на 220 В замкнуті ярмом, то магнітне поле майже повністю концентрується в осерді та не перетинає котушку на 120 В. Показ вольтметра буде дорівнювати нулю.

## 23. Трансформатор і манометр

1. Металевий теплоприймач перебуває у змінному магнітному полі. У ньому виникають струми Фуко, які нагрівають теплоприймач і повітря в ньому. Тиск повітря зростає, і воно виштовхує воду в манометрі.
2. Тиск повітря у теплоприймачі знайдемо за такою формулою:  $p = p_A + \rho gh$ , де  $p_A$  — атмосферний тиск;  $\rho$  — густина води;  $g$  — прискорення вільного падіння;  $h$  — різниця рівнів водяних стовпчиків.

## 24. Диски і трансформатор

1. Віск почне плавитися швидше на диску з концентричними колами, тому що саме в ньому будуть наводитися найбільші струми Фуко.
2. Щоб зменшити втрати енергії, пов'язані з роботою індукційних струмів, осердя виготовляють з тонких



ізольованих одна від одної пластин, розташованих таким чином, щоб струми виникали у площині перерізу пластин, як показано на малюнку. Тоді струми будуть малими та їхній вплив буде незначним.

### **25. Чарівний кубик**

1. Якщо кубик підвісити за дужку В і надати йому руху, то в ньому будуть виникати великі індукційні струми і магнітне поле магнітопроводу гальмуватиме рух кубика.
2. Струм у котушці буде більшим тоді, коли кубик підвісять за дужку В. Індукційні струми у кубіку великі, і він нагрівається. Енергія, яка необхідна для цього, споживається з кола змінного струму.

### **26. Електродвигун і лампа**

1. Коли ротор двигуна обертається, у котушці статора виникає індукційний струм. Це спричиняє зменшення загального струму, який проходить через двигун. У початковий момент швидкість ротора невелика, тому струм у лампі, ввімкненій послідовно з двигуном, значний. Ми сприймаємо це як спалах лампи.
2. Зменшуючи швидкість обертання ротора, зменшуємо величину індукційного струму в обмотці двигуна. У результаті загальний струм через двигун збільшується.

### **27. Іскра, що виникає у петлі**

1. Під час виникнення іскри у петлі відбуваються електричні коливання дуже високої частоти. На високих частотах індуктивний опір петлі стає значним. Напруга на кінцях петлі буде великою. Через це у проміжку А відбувається пробій повітря.
2. Ні, тому що коло не замкнуте, а ємність петлі невелика.

### **28. Петля і дві лампи**

1. Перша лампа замкнена мідним дротом, опір якого незначний. Через це майже весь струм йде через нього, і лампа не світиться.
2. На високих частотах опір мідної петлі значний, тому струм у колі малий. Інша лампа, ввімкнена послідовно з дугою, не світиться.

### **29. Дві котушки, що поводять себе по-різному**

1. Завдяки електромагнітній індукції у витках наводяться струми, і лампи світяться.
2. Індуктивний опір котушки з тридцяти витків значний, тому лампа не світиться, якщо розташувати їх біля первинної обмотки трансформатора Тесла. У котушці  $K_1$ , яка складається з одного витка, ЕРС буде незначною, тому лампа також не світиться.

### **30. Ланцюжок-когерер**

1. Під час пробою між стрижнями виникає електромагнітна хвиля високої частоти. Ланцюжок виконує роль антени, що приймає сигнал. Між ланками ланцюжка існує деякий опір, пов'язаний з процесами окислювання. Він стає меншим, коли проскакують мікроіскри (у когерері приймача О. С. Попова відбувалося спікання порошку).
2. Ні. Пластина буде виконувати роль екрана, що не пропускає електромагнітних хвиль.
3. Щоб опір ланцюжка знову став великим.

### **31. Скін-ефект**

1. В обох котушках (із внутрішнього дроту і зовнішньої обплітки) завдяки явищу електромагнітної індукції наводиться ЕРС і йде струм, що розжарює лампи.
2. Спостерігається скін-ефект, який полягає у тому, що струм високої частоти йде по поверхні провідника. Через це світиться тільки лампа, під'єднана до зовнішньої обплітки кабелю.

### **32. Резонанс в електричному колі з неонову лампою**

1. Неонова лампа розрахована на напругу запалювання 80 В, тому вона не спалахує при напрузі 30 В. Коли ми зсуваємо ярмо осердя, індуктивність котушки зменшується і в колі настає резонанс напруг. Напруги на котушці і конденсаторі у певні моменти часу в кілька разів перевищують напругу джерела живлення, що спричиняє спалахування неонові лампи.
2. Якщо піднімати котушку над осердям, то її індуктивність зменшується. Власна частота коливального контуру не збігатиметься з частотою вимушених коливань. Через це резонанс припиняється, і лампа гасне.
3. Змінюється власна частота коливань контуру, і резонанс припиняється.

### **33. Згасаючі коливання у контурі**

1. Магнітна індукція у смужці електротехнічної сталі збільшується у певні моменти часу, коли доменні структури спрямовують свій магнітний момент у напрямку зовнішнього магнітного поля. Перемагнічування смужки відбувається дуже швидко з огляду на її малі розміри.
2. Котушка разом з конденсатором утворює коливальний контур, який має певну власну частоту коливань.
3. У контурі відбуваються втрати енергії. Під час проходження струму в котушці вона нагрівається. Енергія необхідна для перемагнічуван-

ня доменних структур електротехнічної сталі. Потрібно також враховувати випромінювання у простір електромагнітних хвиль.

### **34. Дивовижна рідина**

1. Тиск рідини зростає.
2. Потенціальна енергія рідини з малюнком була найменшою. Як відомо, будь-яка система, якщо створені відповідні умови, намагається перейти у стан з найменшою потенціальною енергією. Через це під час виникнення магнітного поля рідина «згадує» свій стан.
3. Оксид заліза має оранжевий колір. Під дією магнітного поля магнітні частинки речовини орієнтуються в зовнішньому магнітному полі у вигляді довгих ланцюжків, виштовхуючись на поверхню.

### **35. Іони в розчинах**

1. Однією з умов виникнення електричного струму є наявність вільних заряджених частинок. В оцтовій есенції їх дуже мало.
2. Якщо додавати воду до оцтової есенції, то завдяки дисоціації з'являються іони — вільні носії електричного заряду.

### **36. Електричний «олівець»**

1. Під час зміни полярності вмикання пюпітра і цвяха відбувається перебіг різних хімічних реакцій. Наприклад, червона лінія вказує на те, що відбувається реакція з фенолфталеїном.
2. Чим більша різниця потенціалів (у певних межах), тим більшою буде яскравість ліній, але меншою — чіткість. Це пов'язано з тим, що струми йдуть не тільки під поверхнею вістря цвяха, а й по горизонтальній поверхні мокрого листа.
3. Подібне явище використовується у пристроях відображення і збереження інформації, в яких папір, змочений у спеціальних розчинах, змінює свій колір під дією електричного струму. Зробивши матрицю електричних контактів, можна відтворювати текстову та графічну інформацію.

### **37. Рідинний двигун**

1. На іони розчину діє сила Лоренца, напрямлена перпендикулярно до вектора швидкості іона і магнітної індукції.
2. Іони будуть рухатися по спіралі.
3. Нагрівання розчину буде більшим біля стрижня, тому що густина струму там найбільша.

### **38. Гримучий газ**

1. Водяна пара.
2. Водяна пара під дією електричного розряду перетворюється на гримучий газ.

3. Під дією високої температури вода швидко перетворюється на водяну пару, яка, в свою чергу, — на гримучий газ.
4. Гримучий газ вибухонебезпечний. Швидке згоряння спричиняє виникнення у повітрі звукових хвиль.

### **39. Сірник і олівець у склянці води**

1. Склянка з водою являє собою циліндричну лінзу. Кривизна її горизонтального перерізу дорівнює  $1/R$ , де  $R$  — радіус склянки, а кривизна вертикального перерізу дорівнює нулю. Через це в горизонтальному напрямку така лінза збільшує зображення, а у вертикальному — ні.
2. Показник заломлення касторової олії більший, ніж у води. Через це у тій частині склянки, де знаходиться олія, збільшення буде сильнішим.
3. Це відбувається через те, що промені світла заломлюються на межі речовин з різними показниками заломлення.

### **40. Промені світла у струмені води**

1. Щоб побачити промінь. На маленьких частинках молока відбувається розсіювання світла.
2. Відбувається повне відбиття світла, тому промінь не може вийти зі струменя і повертає разом з ним.
3. Волоконну оптику використовують для передачі будь-якої інформації на відстань. Після того, як змогли виготовити оптичні волокна, за допомогою яких можна передати світловий промінь від лазера до фотоприймача на відстань близько 10 км без додаткового підсилювання, оптичні волокна стали використовувати у сучасних лініях зв'язку.

### **41. Дзеркальне відбиття на поверхні поділу рідин**

1. Показник заломлення ацетону (1,36) більший, ніж у води (1,33). Через це за умови, що кут падіння променя перевищує граничний кут, відбувається повне відбиття світла.

### **42. Хвилі на поверхні поділу рідин**

1. Сили поверхневого натягу плівки води стягують краплину в кульку.
2. Енергія краплі перетворюється на внутрішню енергію рідини.

### **43. Демонстрація трибо-і термолюмінесценції**

1. Ні, тому що колір визначається спектром випромінювання речовини.
2. Світіння відбувається під час переходів атомів речовини зі збудженого стану в звичайний. Існувати у збудженому стані атом може недовго. З огляду на це, якщо припинити тертя, світіння також припиняється.
3. Люмінесцентні лампи, фарба на дорожніх знаках.

#### **44. Флуоресценція**

1. Молекули рідини, на яку падають промені світла, перебувають у збудженому стані приблизно  $10^{-8}$ – $10^{-9}$  с. За цей час вони мають змогу провзаємодіяти з молекулами речовини, що гасять флуоресценцію (у нашому випадку — йодистого калію), або із сусідніми молекулами, передати частину енергії збудження, яка врешті перейде у внутрішню енергію.
2. Досвід переконує, що у водних розчинах сильно гасять флуоресценцію іони води. Якщо додати до розчину кілька краплин лугу (KOH або NaOH), то концентрація іонів водню помітно зменшується, а яскравість флуоресценції зростає.
3. Кванти червоного світла мають меншу енергію, ніж синього і зеленого. Згідно з правилом Стокса, довжина світлової хвилі, випроміненої під час флуоресценції, має перевищувати довжину хвилі збуджуючого світла.

#### **45. Фотоефект і передача зображення на відстань**

1. Електрони, вирвані з цинкової пластини ультрафіолетовими променями, передають ебонітовій пластині свій електричний заряд. На маленьких частинках тальку завдяки явищу електростатичної індукції з'являються наведені заряди. Ці частинки міцно тримаються в місцях, де на ебонітовій пластині був негативний заряд, створюючи зображення.
2. Щоб зняти з пластини заряд від попереднього досліду.
3. Електрони, які летять з цинкової пластини, взаємно відштовхуються. Це спричиняє деяку нечіткість ліній. Однак головне те, що, потрапляючи на ебонітову пластину, вони заряджають її негативно. Через це наступні електрони, які летять до того самого місця поверхні ебоніту, відхиляються від напрямку і потрапляють в інше місце. Зображення стає нечітким.

#### **46. Як виростити вдома кристал**

1. Маленькі частинки пилу є центрами кристалізації у перенасиченому розчині. Нам потрібно виростити один великий кристал, а не велику кількість маленьких.
2. Кількість речовини, яку можна розчинити у воді, зростає з підвищенням її температури, тому що відстані між молекулами води та їхня рухомість збільшуються. Отже, під час охолодження насичений розчин стає перенасиченим і розчинена речовина виділяється з розчину у вигляді кристалів.

#### **47. Отримання енергії під час конденсації пари**

1. Пара частково буде перетворюватися на воду, тому рівень зросте.
2. Кількість води у посудині весь час збільшується, а розчин має залишитися насиченим.
3. Температура кипіння насиченого розчину солі становить майже 105 °С. Пара, перетворюючись на воду, віддає енергію, нагріваючи розчин.

#### **48. Роторний «корабель» Флетнера**

1. Під дією повітря циліндр почне обертатися проти годинникової стрілки, якщо дивитися згори. Через це швидкість повітря відносно поверхні циліндра буде більшою з боку, який ближче до нас. Тоді тиск повітря з цього боку буде меншим. Отже, візок рухатиметься на нас.
2. Деякий час на кораблі з трубами Флетнера мандрувала команда видатного вченого Ж. Кусто, намагаючись не забруднювати навколишнє середовище. Однак під час шторму труби були зламані і команда була змушена пересісти на інший корабель. Не треба також забувати, що труби Флетнера «працюють» тільки тоді, коли дме вітер. Коли його нема, корабель рухається під дією звичайного двигуна внутрішнього згорання.

#### **49. Механічний резонанс**

1. Коли частота дії зовнішньої сили збігається з частотою вільних коливань системи, настає резонанс. У цей час коливальна система накопичує енергію взаємодії, яка передається зовнішньою силою. Через це протягом кожного періоду коливань зростає їхня амплітуда.
2. Частота й амплітуда коливань зменшаться. Коливальна система стає більш інертною. Кулька, рухаючись у воді, переміщує її.
3. Механічні частотоміри, гармошка, відбійний молоток.

#### **50. Ефект Доплера**

1. Частота звуку (від неї залежить висота тону) визначається як відношення швидкості звуку до довжини хвилі. Якщо джерело звуку рухається до нас, то частота звуку, який доходить до нас, зростає. Це означає, що зростає і висота тону звуку, який ми сприймаємо.
2. Вершина конуса рухається з більшою швидкістю, ніж його основа. Через це тиск повітря біля вершини буде меншим. Повітря засмоктуватиметься у конус і виходитиме через його вершину.
3. Якщо стіни кімнати будуть покриті звукопоглинальним матеріалом, то зміни частоти ви не відчуєте, тому що швидкість джерела звуку в напрямку слухача не змінюється. Якщо стіни відбивають акустичну хвилю, то ви почуєте зміну тону.

## Зміст

<i>Передмова</i> .....	3
1. Електромагніт і гальванометр ...	5
2. Коливання стрижня створюють струм .....	6
3. Два гальванометри .....	7
4. Мідне кільце, що літає .....	8
5. Кільце, що підстрибус .....	9
6. Кільця з алюмінію і міді .....	10
7. Зміна яскравості лампи .....	11
8. Спалах неонові лампи .....	12
9. Дві лампи .....	13
10. Котушка втрачає вагу .....	14
11. Кільце, що обертається .....	15
12. Стаканчик, що обертається ....	16
13. Однофазний електродвигун ...	16
14. Стаканчик і пластина .....	17
15. Мідний і залізний стрижні .....	18
16. Осердя з пластин і суцільного заліза .....	19
17. Дві котушки .....	20
18. Трансформатор і лампи .....	21
19. Лампа на магнітопроводі .....	22
20. Витки і лампа .....	23
21. Миготіння лампи .....	23
22. Взаємодія котушок на відстані ..	24
23. Трансформатор і манометр ..	25
24. Диски і трансформатор .....	26
25. Чарівний кубик .....	27
26. Електродвигун і лампа .....	28
27. Іскра, що виникає у петлі .....	29
28. Петля і дві лампи .....	30
29. Дві котушки, що поводять себе по-різному .....	31
30. Ланцюжок-когерер .....	32
31. Скін-ефект .....	33
32. Резонанс в електричному колі з неонові лампою .....	34
33. Згасаючі коливання у контурі .....	35
34. Дивовижна рідина .....	36
35. Іони в розчинах .....	37
36. Електричний «олівець» .....	39
37. Рідинний двигун .....	40
38. Гримучий газ .....	41
39. Сірник і олівець у склянці води .....	42
40. Промені світла у струмені води .....	43
41. Дзеркальне відбиття на поверхні поділу рідин .....	44
42. Хвилі на поверхні поділу рідин .....	44
43. Демонстрація трибо-і термолюмінесценції .....	45
44. Флуоресценція .....	46
45. Фотоефект і передача зображення на відстань .....	47
46. Як виростити вдома кристал ...	49
47. Отримання енергії під час конденсації пари .....	50
48. Роторний «корабель» Флетнера .....	51
49. Механічний резонанс .....	52
50. Ефект Доплера .....	53
<i>Відповіді</i> .....	54


**“КНИГА ПОШТОЮ”**  
 А/С 529  
 м. Тернопіль, 46008  
 ☎ (0352)28 74 89  
 mail@bohdan-books.com



- Фізика. Олімпіадні задачі. 7-8 кл. Випуск 1.
- Фізика. Олімпіадні задачі. 9-11 кл. Випуск 2.
- Фізика. Міжнародні олімпіади. Задачі, розв'язання. Випуск 3.
- Фізика. Самостійні та контрольні роботи. 10, 11 кл.
- Фізика. Задачі-дослідження. 9-11 кл.
- Фізика. Кишеньковий довідник.
- Зошит для лабораторних робіт з фізики. 7, 8 кл.
- Фізика в поняттях, законах, формулах, аналогіях.
- Фізика. Дидактичний матеріал для тематичних заліків-тестів. 7, 8, 9, 10, 11 кл.
- Фізика в дослідах. Зошит для лабораторних та практичних робіт. 7 кл.
- Уроки фізики. 8 кл.
- Фізика. Узагальнюючі таблиці.
- Цікаві демонстрації з фізики. Частини 1, 2.



## Додаткова інформація:



т/ф (0352) 430046, 520607; (044) 2968956  
 E-mail: publishing@budny.te.ua  
 office@bohdan-books.com  
 www.bohdan-books.com