



NEW EDUCATIONAL LABORATORY (NINGBO) CO., LTD
NINGDONG INNOVATION INDUSTRIAL PARK OF NINGHAI ECONOMIC DEVELOPMENT ZONE
NINGHAI COUNTY, NINGBO CITY, ZHEJIANG PROVINCE, CHINA 315600 TEL/FAX +86-574-65550625

ЛАБОРАТОРИЯ L-МИКРО®.

Трансформатор универсальный учебный

Комплект поставки прибора включает следующие части и детали:

- Электрическая обмотка 2 шт.
- U-образный железный сердечник 1 шт.
- Ленточный магнитопровод 1 шт.
- Полюсный наконечник 2 шт.
- Винты прижимной пластины 2 шт.
- Сильно демпфированный маятник 1 шт.
- Слабо демпфированный маятник 1 шт.
- Штатив маятника 1 шт.
- Демонстрационная учебная доска (панель) .. 1 к-т.
- Катушка индуктивности 1 шт.
- Алюминиевое кольцо 1 шт.
- Электрическая лампочка низкого напряжения (6 В, 0,15 А – 4 шт.; 1,5 В, 0,2 А – 1 шт.) 5 шт.



1. Назначение.

Данный прибор предназначен для демонстрации опытов на уроках физике в средней школе и применяется для демонстрирования количественных основ принципа работы электрического трансформатора. Также данный прибор может применяться в качестве наглядного пособия при изучении явления магнитной индукции.

С помощью настоящего прибора можно демонстрировать эксперименты следующего характера:

1. Демонстрация количественных основ взаимоотношения электрического напряжения в первичной и вторичной обмотках трансформатора и количества витков в каждой из обмоток. Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что $V_1 V_2 = N_1 N_2$
2. Демонстрация количественных основ взаимоотношения силы электрического тока в первичной и вторичной обмотках трансформатора и количества витков в каждой из обмоток. Результаты эксперимента свидетельствуют о том, что $I_1 I_2 = N_2 N_1$
3. Демонстрация количественных показателей коэффициента полезного действия электрического трансформатора.
4. Демонстрация принципа передачи электроэнергии на большие расстояния (с использованием двух подобных приборов).
5. Демонстрация явления самоиндукции при подаче электрического напряжения на клеммы прибора.
6. Демонстрация явления самоиндукции при отключении электрического напряжения, подаваемого на клеммы прибора.
7. Демонстрация явления подпрыгивания замкнутого кольца.
8. Демонстрация изменения свечения индукционной лампы.
9. Демонстрация явления индуктивного сопротивления.
10. Демонстрация явления сильно и слабо демпфированного маятника.
11. Демонстрация принципа работы электромагнита.
12. Демонстрация явления электромагнитной индукции.

2. Способ применения и демонстрации экспериментов.

При использовании прибора сначала наденьте на железный U-образный сердечник две электрические обмотки и замкните железный магнитопровод. Плотно закрутите стяжной (прижимной) винт. После это можно приступить к проведению эксперимента по демонстрации количественных основ взаимоотношения электрического напряжения в первичной и вторичной обмотках трансформатора и количества витков в каждой из обмоток, а также взаимоотношения силы тока и количества витков в обмотках трансформатора.

1. Демонстрация взаимоотношения электрического напряжения и количества витков в обмотках трансформатора.

В качестве первичной обмотки трансформатора возьмем обмотку из 400 витков (в соответствии с обозначением 0-4, далее то же) и подключим ее к источнику переменного тока, напряжение которого может бесступенчатого регулироваться. В качестве вторичных обмоток трансформатора возьмем обмотки из 800 и 200 витков, соответственно. Параллельно первичной и вторичным обмоткам трансформатора включим в цепь вольтметры переменного тока. В процессе изменения напряжения электрического тока на входе будем снимать и фиксировать показания электрического напряжения на выходе. Согласно закономерности, U_2 должно быть $= 2U_1$.

2. Демонстрация взаимоотношения силы электрического тока и количества витков в обмотках трансформатора.

В качестве первичной обмотки трансформатора возьмем обмотку из 200 витков, параллельно ей включим в цепь амперметр переменного тока. В качестве вторичных обмоток трансформатора возьмем обмотки из 400 и 100 витков, соответственно, и также параллельно им подключим амперметры переменного тока. В качестве нагрузки будем использовать резистор фиксированного электрического сопротивления. В процессе изменения напряжения электрического тока на входе будем снимать и фиксировать показания силы электрического тока на входе I_1 и показания силы тока на выходе I_2 и I_3 (значение I_2 и I_3 должно находиться в диапазоне 0,5 А – 2 А). Их взаимные отношения описываются равенствами $I_1/I_2 = N_2/N_1$, $I_2 = 1/2 \times I_1$, $I_3 = 2 \times I_1$.

3. Демонстрация коэффициента полезного действия электрического трансформатора.

В качестве первичной обмотки трансформатора возьмем обмотку из 400 витков, в качестве нагрузки подключим электрическую лампочку номинальным напряжением 36 В и мощностью 15 Вт или резистор с проволочной обмоткой фиксированного электрического сопротивления. В процессе изменения напряжения электрического тока на входе будем снимать и фиксировать показания электрического напряжения и силы тока в первичной и вторичной обмотках трансформатора, соответственно. Коэффициент полезного действия трансформатора вычислим по формуле:

Надлежащий коэффициент передачи энергии $K_n = P_2/P_1 = I_2 U_2 / I_1 U_1 \times 100\% \geq 60\%$

4. Демонстрация способа передачи электроэнергии при низком напряжении.

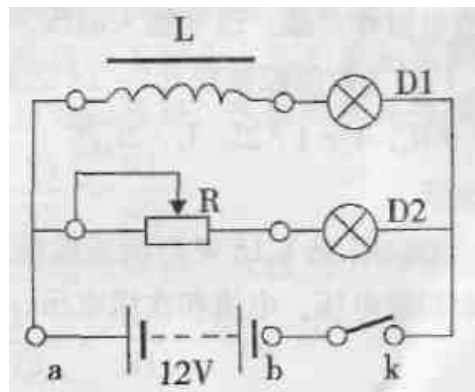
Возьмем обмотки трансформатора, установленные в двух данных приборах, с количеством витков 0-400 и вставим в них U-образные железные сердечники, замкнем магнитопровод. На участок первичной обмотки, состоящий из витков 0-100, подадим переменный ток напряжением 6-8 В. Последовательно со вторичной обмоткой, состоящей из 100 витков, включим в электрическую цепь резистор с проволочной обмоткой сопротивлением 10 Ом. Параллельно ей присоединим электрическую лампочку, рассчитанную на напряжение 6-8 В. При этом лампочка будет гореть очень тускло (слабо).

5. Демонстрация способа передачи электроэнергии при высоком напряжении.

Возьмем два данных прибора. Первичную обмотку первого из них составим из 0-100 витков и подадим на нее переменный ток напряжением 6-8 В. При этом выходное напряжение, измеренное на клеммах вторичной обмотки, составленной из витков 0-1600, составит приблизительно 85 В. С помощью проводника параллельно ей подключим резистор с проволочной обмоткой сопротивлением 10 Ом и присоединим к первичной обмотке второго прибора, составленной из витков 0-1600. Ко вторичной обмотке второго прибора, состоящей из витков 0-100, присоединим электрическую лампочку, рассчитанную на напряжение 6-8 В. Путем наблюдения установим, что эта лампочка светится значительно ярче лампочки, присоединенной к первому прибору.

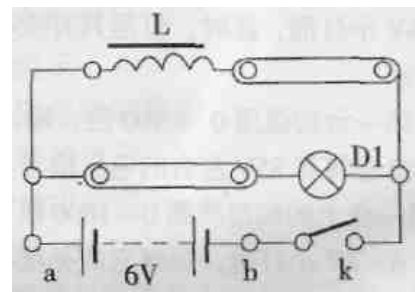
6. Демонстрация явления самоиндукции при подаче электрического напряжения на клеммы прибора (замыкании цепи).

Демонстрационную учебную доску (панель) закрепим с помощью винтов на U-образном железном сердечнике. Буквой L на схеме обозначим замкнутый железный сердечник (из 1600 витков). Буквами D1 и D2 – две электрических лампочки одинаковых характеристик: рассчитанных на напряжение 6-8 В и силу тока 0,15 А, которые вставим в цоколи для лампочек, расположенные на демонстрационной учебной доске. Ниже в цепь включим источник постоянного тока напряжением ± 12 В. Как показано на рисунке 1, сначала замкнем цепь выключателем и отрегулируем электрическое сопротивление с помощью устройства переменного сопротивления (реостата) таким образом, чтобы яркость свечения электрических лампочек D1 и D2 была одинаковой. Разомкнем и вновь замкнем цепь выключателем К. При этом можно наблюдать, что лампочка D1 загорается значительно позже лампочки D2.



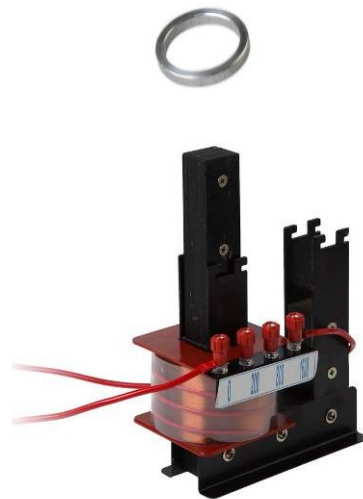
7. Демонстрация явления самоиндукции при отключении электрического напряжения (размыкании цепи).

В качестве демонстрационного прибора соберем такую же конструкцию, как и в эксперименте 6. Буквой L на схеме обозначим замкнутый железный сердечник (из 400 витков) и присоединим его, согласно рисунку 2. При замкнутой цепи (при включенном выключателе K) лампочка D1 издает ровный свет нормальной яркости. При размыкании цепи выключателем K лампочка D1 на мгновение вспыхивает ярким светом.



8. Демонстрация явления явления подпрыгивания замкнутого кольца.

Возьмем разомкнутый железный сердечник. Установим ленточный магнитопровод или полюсный наконечник перпендикулярно к торцевой поверхности U-образного железного сердечника. Наденем на него обмотку из 1600 витков. На каркас обмотки установим алюминиевое кольцо. К электрической обмотке, состоящей из витков 0-1600, присоединим источник переменного тока напряжением 220 В. При этом алюминиевое кольцо внезапно подпрыгнет и повиснет в пространстве, окружающем магнитопровод. Если алюминиевое кольцо придавить книзу рукой, то, когда Вы отпускаете руку, кольцо вновь подпрыгивает вверх. Чтобы предотвратить повреждение алюминиевого кольца при его подпрыгивании и падении на пол, а также защитить экспериментатора от травм, которые могут быть получены при ударе кольцом, загородите прибор сверху книгой или ладонью. В случае, если мы поменяем используемую в приборе обмотку на обмотку, состоящую из витков 0-1800, эффект данного эксперимента будет еще более зримый. Однако, после подачи напряжения на клеммы прибора его следует немедленно же отключить, чтобы под действием электрического тока большой силы электрическая обмотка прибора не успела сгореть. В процессе демонстрации данного эксперимента температура алюминиевого кольца повышается, что также можно объяснить возникновением в кольце индуктивных токов.



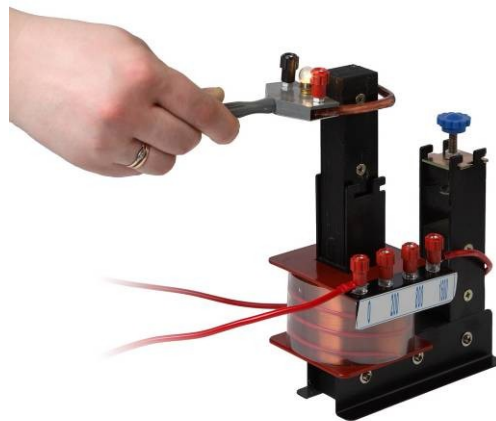
9. Демонстрация явления сильно и слабо демпфированного маятника.

Наденем обмотку трансформатора, состоящую из витков 0-1600, на U-образный железный сердечник. Два полюсных наконечника установим, соответственно, на двух хвостовиках сердечника, расположив их в двух противоположных плоскостях, друг напротив друга. Закрепим два полюсных наконечника таким образом, чтобы расстояние между ними составляло приблизительно 20 мм. Закрепим маятники. Наконеч, расположим ножевые опоры подвеса сильно и слабо демпфированного маятника на соответствующих штативах таким образом, что оба маятника могли совершать свободные качательные движения в пространстве между полюсными наконечниками. В процессе демонстрации эксперимента, сначала в электрической обмотке отсутствует электрический ток. Отведем оба маятника приблизительно на 20° от положения равновесия (примерно на 1 см от полюсного наконечника) и отпустим их одновременно, позволив маятникам совершать свободные маятниковые колебания. При этом затухание колебаний обоих маятников будет очень медленным, а амплитуда колебаний – приблизительно равной. Как правило, колебания маятников окончательно затухнут через три минуты, и маятники останутся в положении равновесия. Вновь отведем и отпустим маятники. В процессе их колебательного движения подадим на клеммы обмотки переменный ток напряжением 220 В. При этом колебания сильно демпфированного маятника затухнут очень быстро, и он остановится. Что касается колебаний слабо демпфированного маятника, то они будут затухать достаточно долго. Если изменить расстояние между полюсными наконечниками до 10 мм, то различия в затухании колебаний двух маятников будет еще более заметным.



10. Демонстрация изменения свечения индукционной лампы.

Возьмем разомкнутый железный сердечник и установим расстояние между его полюсными наконечниками, равное ширине окна U-образного железного сердечника. Возьмем обмотку трансформатора, состоящую из 1600 витков, и присоединим ее к источнику переменного тока напряжением 220 В. Возьмем в руки обмотку индукционной лампы и будем постепенно вводить ее плоскостью вертикально в пространство между полюсными наконечниками таким образом, чтобы плоскость обмотки была перпендикулярна продольной оси полюсных наконечников. При этом яркость свечения электрической лампочки будет постепенно возрастать. Затем повернем обмотку индукционной лампы, полностью введенную в пространство между полюсными наконечниками, на угол 90° таким образом, чтобы ее плоскость оказалась параллельна продольной оси полюсных наконечников. В процессе поворота яркость свечения электрической лампочки будет постепенно снижаться и, наконец, она потухнет окончательно.



11. Кроме описанных выше экспериментов, с помощью данного прибора можно также демонстрировать явление индуктивного сопротивления, принцип работы электромагнита, явление электромагнитной индукции и другие физические опыты. Поскольку способы постановки указанных экспериментов достаточно просты, то в настоящем руководстве мы не даем их описания и оставляем разработку условий постановки эксперимента и проведения исследований пользователю прибора.

3. Техническое обслуживание и уход.

1. В процессе использования прибора магнитопровод необходимо стягивать при помощи зажимных винтов.

2. При присоединении прибора к источнику электрического питания следует учитывать число витков в обмотке трансформатора и соблюдать следующие ограничения напряжения и силы тока:

0-100 витков: напряжение ≤ 16 В, сила тока ≤ 2 А.

0-200 витков: напряжение ≤ 32 В, сила тока ≤ 2 А.

0-400 витков: напряжение ≤ 60 В, сила тока ≤ 1 А.

0-800 витков: напряжение ≤ 120 В, сила тока $\leq 0,5$ А.

0-1600 витков: напряжение ≤ 220 В, сила тока $\leq 0,3$ А.

Выходная мощность прибора не более 30 Вт. Если электрическое напряжение на входе будет превышать указанные допустимые значения, это легко может привести к нагреву, и даже сгоранию электрических обмоток прибора.

3. Обе контактные поверхности U-образного железного сердечника и ленточного магнитопровода следует поддерживать в чистоте, они должны быть совершенно гладкими. По окончании использования данных деталей произведите их консервацию путем нанесения слоя консистентной смазки и упаковки на хранение в ластиковый мешок.

4. Рабочие условия использования данного прибора предполагают температуру воздуха при его эксплуатации в пределах $-10^\circ\text{C} \sim +40^\circ\text{C}$ и относительную влажность воздуха не выше 80%.

5. По окончании использования прибора поставьте его в сухое, хорошо проветриваемое место для предотвращения коррозии его частей и деталей. Запрещается хранить прибор в помещениях, в атмосфере которых имеются агрессивные газы или в которых хранятся химические реактивы (химические и лекарственные препараты).

Изготовлено компанией NEW EDUCATION LABORATORY (NINGBO) CHINA по заказу ООО «Е - Импорт» (143025, Московская область, Одинцовский р-н, пос. Немчиновка, Советский пр-т, д.18, а/я 15)

Правообладателем торгового знака L-МИКРО® на территории Российской Федерации является NEW EDUCATION LABORATORY (NINGBO) CHINA на основании свидетельства Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам №392258 от 23.10.2009