



ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра общей физики

Х. Рейссар, Я. Салм

ОБЩИЕ ИНСТРУКЦИИ К ПРАКТИКУМУ ПО ФИЗИКЕ,
ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тарту 1973

Данная брошюра содержит общие правила и требования по технике безопасности, установленные для работы в практикуме по общей физике.

В третьей части даны еще некоторые конкретные советы для выполнения практических работ. Содержание данной брошюры соответствует тому материалу, который излагался студентам в устном виде в течение первого практикума.

Рукопись брошюры рассмотрена многими преподавателями-физиками, сделанные ими замечания учтены. Все остальные замечания и предложения просим предъявлять составителям.

Составители

Arch.
Tartu Riikliku Ülikooli
KUSTUTATUD Reagentkogu
2734 2685

Kinnitatud Füüsika- Keemiateaduskonna
nõukogus 15. detsembril 1972.

Введение

Целью практикума по общей физике является:

- 1) углубить знания по теоретическому курсу,
- 2) проверить практическими опытами важнейшие законы и идеи физики, а также
- 3) выработать навыки, необходимые для самостоятельной исследовательской работы, прежде всего усвоить основные методы и приемы физического эксперимента.

Решение этих задач предполагает выполнение определенных требований. В данную брошюру входят общие правила и основные требования, которые установлены для всех студентов, работающих в практикуме по общей физике. За выполнением этих правил наблюдают преподаватели и лаборанты.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

I

На первом практикуме каждого семестра (или курса) студентам предъявляют список работ, которые должны выполняться в этом семестре.

Студент выполняет работы по строгому календарному плану (по графику), который составляется руководителем на целый семестр и который необходимо соблюдать.

2

Подготовка к работе проводится в учебной библиотеке или дома по руководствам, указанным в списке. Руководствами являются книги, выпущенные издательством или ротاپринтом, и отдельные специальные машинописные руководства. Спецруководствами можно пользоваться только на месте и в учебной библиотеке.

В ходе подготовки студент знакомится с соответствующей теорией, описанием устройств и ходом работы, а также дополнительной литературой, указанной в конце руководства. Для выяснения незнакомых понятий желательно пользоваться физическим энциклопедическим словарем и учебниками физики для вузов. Полезно составить конспект о проработанной литературе. В конце каждой инструкции имеются вопросы для самоконтроля.

Если в ходе подготовки возникают затруднения, то следует обратиться к преподавателю-руководителю или заведующему практикумом.

После такой подготовки можно приступить к заполнению протокола (рис. I).

TRÜ ÜLDFÜÜSIKA KATEEDER

Praktilise löö protokoll nr. _____

Nimi ja eesnimi		Tööle lubatud					
Osakond, kursus		Aruanne esitatud					
Praktikumi juhendaja		Kontrollitud					
Töö tehtud		Hinne	T	K	A	V	Kokku
TÖÖ PEALKIRI						Indeks	
KATSEOBJEKTID							
Temperatuur		Suhteline niiskus			Õhurõhk		
Mõõtevahendi nimetus	Tüüp	Tehase number	Mõõtepiirkond		Täpsusklass või lubatud põhiviga		
Abivahendid							

KATSESKEEM

Рис. I.

В протокол вносят номер работы, свою фамилию, отделение и курс, фамилию руководителя, заглавие работы и индекс (т.е. номер работы по списку), а также объекты опыта.

Правая верхняя четверть протокола является местом для заметок руководителя. При оценке работ учитывается знание теории, выполнение опыта, вычисления и конечный ответ.

Все остальные графы протокола заполняют во время работы. На нижнюю часть первой страницы наносят схему выполнения опыта и чертят схему включения (соответственно ГОСТ-у). Схему выполнения опыта следует чертить при каждой работе и даже в том случае, если в инструкции она отсутствует. На схеме обязательно обозначают элементы схемы, а при необходимости и их название.

Кроме того, в протокол следует занести и формулы вычисления вместе с объяснениями применяемых обозначений.

3

Работа студента в лаборатории. До приступления к практической работе каждый студент должен пройти собеседование с руководителем. В ходе беседы выясняется уровень и достаточность теоретической подготовки студента. Если студент ответил на заданные вопросы удовлетворительно, то преподаватель разрешает студенту приступить к практической работе, отмечая разрешение в протоколе соответствующей заметкой.

Перед началом работы студент должен проверить комплектность средств работы, т.е. наличие всех приборов и приспособлений, необходимых для работы. Отсутствующие детали студент получает у препаратора по студенческому билету, сделав соответствующую отметку в книге.

Убедившись в наличии всех применяемых средств и основательно ознакомившись с их устройством и данными, студент приступает к монтажу экспериментального устройства, т.е. подготавливает к измерению инструменты для опыта или составляет электрическую схему. Измерять (включить в сеть) можно

только после того, как преподаватель или лаборант проверили схему.

Все результаты измерений необходимо систематически вносить в соответствующую таблицу в протоколе, не забывая написать для отдельных этапов работы подзаголовки. Протокол работы не личный конспект, а предназначен для информирования других лиц. Измерения следует проводить столько раз, сколько указано в инструкции. Если в инструкции это не оговорено, необходимо обратиться к руководителю. До приступления к основным измерениям желательно провести несколько пробных измерений, данные которых можно записать на отдельном листке. Все данные основных измерений необходимо непосредственно внести в протокол.

Затем заполняют и незаполненные графы в протоколе, отмечая там температуру помещения, относительную влажность, давление воздуха (вместе с ошибками). Замечание об используемых приборах вносят в протокол с указанием типа, заводского номера, области измерения, класса точности или с указанием допустимой ошибки. В конце протокола указываются вспомогательные приборы.

Отчет следует составлять понятно, чтобы и в дальнейшем можно было бы повторить опыт. Разбирать экспериментальную установку (схему) можно лишь с разрешения преподавателя после того, как он внесет свою отметку о проделанной работе в протокол.

4

Окончательное оформление лабораторной работы выполняется дома. Для дальнейших вычислений следует найти средние данные прямых измерений вместе с ошибкой измерения и изложить в виде $x \pm \Delta x$.

Затем следует вычисление неизвестной величины и определение ошибки. В начале необходимо выписать формулу, затем вместо символов подставить цифровые данные и так, постепенно, делая вычисления, дойти до конечных данных. Аналогично следует действовать и при вычислении ошибки.

При вычислении необходимо в каждом конкретном случае использовать самую подходящую систему измерения (СГС или СИ), но конечные данные вместе с ошибкой следует дать в системе СИ.

Все вычисления, если они не требуют большой точности, необходимо выполнять на счетной линейке.

Данные, требующие графического изложения, наносят на миллиметровку. О черчении графиков смотри подробнее на стр. 17.

5

Окончательно оформленная работа предъявляется преподавателю во время следующего практикума. После просмотра ее руководителем и, при надобности, исправления ошибок студентом, работа зачитывается. В протокол вносится соответствующая отметка. Если преподаватель не сможет сразу просмотреть протокол, то работа остается у преподавателя и ее зачитывание происходит позже. При необходимости студенту задаются еще дополнительные вопросы по методике и теории опыта. Студент не допускается к следующей работе до тех пор, пока не будет предъявлен протокол предыдущей работы. На основе зачитанных отдельных протоколов в конце семестра преподаватель зачитывает все работы или дает дополнительное задание (если оценки отдельных работ низкие).

6

Об учебной дисциплине. В лабораторию необходимо являться без опозданий. Практический характер работы требует непрерывных занятий и поэтому они заканчиваются раньше, чем отмечено в расписании.

В лаборатории следует проводить только ту работу, которая предвидена по графику. Пропущенные работы в особом случае можно выполнить и вне рабочего времени своей группы, при согласии преподавателя, руководящего в это время, и если в протоколе имеется подпись своего руководителя, подтверждающая разрешение на работу.

В случае отсутствия студент в следующий раз должен предъявить руководителю справку (из медпункта или деканата).

II

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

К работе в учебной лаборатории допускаются только заранее проинструктированные по вопросам техники безопасности лица, которые должны знать:

- 1) возможности возникновения опасных ситуаций и их предотвращение во время работы;
- 2) противопожарные правила и умение использовать средства защиты;
- 3) оказание первой помощи;

Инструкция оформляется в соответствующем журнале и каждый прошедший инструктаж подтверждает свои знания по этим вопросам личной подписью..

I

Общие требования

Для каждой работы в лаборатории имеется соответствующее место.

На рабочем месте необходимо прежде всего убедиться в наличии употребляемых приборов и в их исправности. Об испорченных инструментах следует немедленно сообщить руководителю или лаборанту.

Рабочее место запрещено загромождать ненужными приборами и инструментами. Портфели, сумки оставляются на предусмотренной для этой цели полке.

Запрещается покидать рабочее место во время работы. Уходя, необходимо выключить все приборы.

Запрещается оставаться и работать одному в лаборатории.

После работы необходимо привести в порядок свое рабочее место (а также задвинуть табуретки под стол).

В лаборатории запрещается курить и находиться в верхней одежде.

2

Правила работы с электричеством

При использовании электрических приборов и приспособлений всегда существует опасность получить электрический удар и опасность возникновения пожара.

В лаборатории без разрешения руководителя запрещено трогать рубильники, выключатели и штепсели.

Необходимо обратить внимание на исправность изоляции сетевых и схемовых проводов. Проводы с испорченной изоляцией следует заменить.

Без разрешения и контроля руководителя запрещено ставить электрическую схему под напряжение.

Следует учесть, что от схемы под напряжением при касании любого зажима можно получить электрический удар. Поэтому запрещено трогать зажимы!

В схемах под напряжением запрещается переключение проводов.

Запрещается транспортировать приборы под током на другое место или ремонтировать их.

О повреждениях электрических приборов и приспособлений необходимо известить руководителя. Неисправные приспособления и приборы ремонтирует только соответствующий специалист.

При случайном обрыве тока следует немедленно выключить все приборы и приспособления.

В лаборатории используются весьма различные выпрямители, поэтому перед их включением следует ознакомиться с их инструкциями.

При использовании приборов высокого напряжения студентов специально инструктируют заведующий лабораторией или руководитель практикума и проверяют еще раз всю схему, ее соответствие требованиям техники безопасности.

В случае воспламенения проводов или электрических приборов следует немедленно выключить ток и потушить огонь огнетушителем с углекислым газом, сухим песком или любой одеждой.

В конце практикума следует всегда проверить, выключены ли все приборы.

П е р в а я п о м о щ ь : В случае электрического удара, если пострадавший не может сам освободиться из-под тока, следует немедленно выключить ток или разрезать провода инструментом, снабженным изолированной рукояткой.

В лаборатории ток выключают с помощью предохранительных защит, которые находятся на электрическом щите. Если человек попал под ток, то следует нажать на средний большой выключатель.

Если ток невозможно выключить, пострадавшего следует удалить от находящихся под током частей, причем спасатель должен изолировать себя сухими непроводящими средствами. Неизолированными руками пострадавшего трогать нельзя. Иногда можно удалить провода или аппарат от пострадавшего, схватив их за изолированные части.

Пострадавшего следует освободить от тесной одежды, обеспечить ему свободный приток свежего воздуха и дать понюхать нашатырного спирта. В случае слабого дыхания или отсутствия его, следует сделать искусственное дыхание.

3

Работа с радиоактивными изотопами

Работая с радиоактивными изотопами, следует помнить, что радиоактивное излучение является вредным для организма. Поэтому следует обратить особое внимание на защиту от излучения.

Интенсивность излучения уменьшается пропорционально квадрату расстояния или еще быстрее, поэтому лучшей защитой является достаточное расстояние от источника излучения.

Защита от альфа-частиц не требует особых средств,

т.к. альфа-частицы имеют дальность пробега в воздухе несколько сантиметров. Они вторгаются в ткань организма до 50 микрометров.

У бета-частиц дальность пробега в воздухе может составлять несколько метров, в ткани — несколько сантиметров. От бета-частиц можно защититься довольно тонкими экранами.

Особое внимание следует обратить на гамма-частицы с большой проникаемостью. Для защиты от них следует использовать довольно толстые экраны.

В практикуме имеем дело со слабыми закрытыми источниками излучения. В работе с препаратами нужно избегать повреждения защитного покрова препарата. Расстояние работника от препарата должно быть как можно большим и время излучения коротким.

4

Работа с ртутью

Ртуть является сильнотоксическим веществом. Отравление организма ртутью происходит в основном при вдыхании ртутного пара.

В лабораториях не используют открытую ртуть, но она применяется в термометрах и в некоторых других приборах. О поломке таких приборов следует немедленно сообщить лаборанту или руководителю. Все капли ртути следует тщательно собрать, используя для этого резиновый шприц, мокрую фильтровую бумагу или амальгамированную медную жестяную пластинку. Собранную ртуть запрещается выливать в канализацию.

5

Работа с жидкими газами

Работы, связанные с использованием жидких газов (воздух, кислород, азот), следует проводить только в защитных очках и перчатках. Сосуды Дьюара можно использовать только с прикрытиями. Жидкие газы можно переливать в сосуд Дьюара только при помощи металлической воронки, которая не должна

касаться стенок сосуда. Трубочная часть воронки должна быть длиннее шейки сосуда.

6

Работа со светильниками

Во многих спектральных лампах во время работы существует высокое давление, в виду чего они являются взрывоопасными. Защитными приспособлениями являются экраны, с отверстиями для выхода света. Включать можно только лампы с исправными защитными футлярами.

Необходимо помнить, что из многих ламп выходит и ультрафиолетовое излучение, которое действует вредно на глаза. Такими лампами можно пользоваться только с фильтрами, поглощающими ультрафиолетовые лучи, или носить защитные очки.

Даже обычный сильный свет может повредить глаза, поэтому нельзя прямо сквозь приспособления, собирающие световые лучи, смотреть на сильные источники света.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Регулируемый автотрансформатор применяется во многих работах для снижения (для регулировки) сетевого переменного напряжения.

К первичной обмотке автотрансформатора следует дать напряжение 220 В или 127 В с частотой 50 Гц. С вторичной обмотки можно получить регулируемое напряжение от 0 до 250 В. Необходимо обратить внимание на то, что автотрансформатор нельзя нагружать дробным током. Трансформаторам типа ЛАТР-2М (РН0-250-0,5) разрешен нагрузочный ток до 2 А;

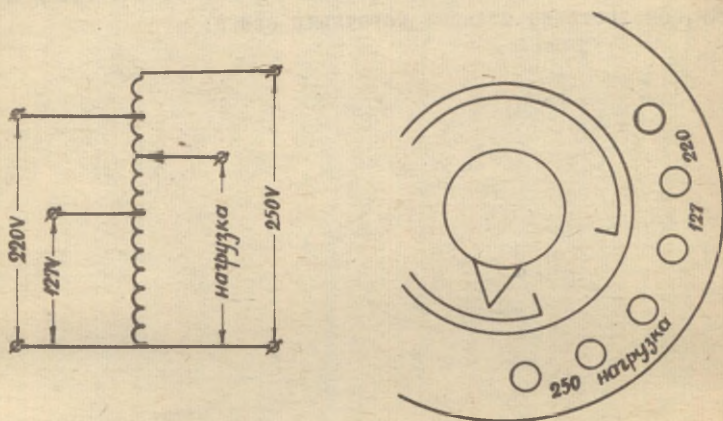


Рис. 2.

трансформаторам типа ЛАТР-1М (РНО-250-2) - 9 А. При включении в сеть автотрансформатора типа ЛАТР-1М (РНО-250-2) предохранитель на щите может выключиться. Если схема проконтролирована руководителем, то студент может сам снова попробовать включить предохранитель. До включения тока следует поставить указатель движка на нуль. Схема регулируемых автотрансформаторов типа ЛАТР и установка зажимов показана на рисунке 2.

Реостаты применяются для изменения (регулировки) напряжения и силы тока в цепях переменного, а также постоянного тока. Реостаты применяются в двух типах включения: а) реостатное (последовательное) включение, б) потенциометрическое включение.

На рисунке 3 видно употребление реостата а) при реостатном включении, б) при потенциометрическом включении.

При реостатном включении реостат представляет собой последовательно включенное в электрическую цепь сопротивление. При увеличении сопротивления сила тока в цепи уменьшается, и наоборот.

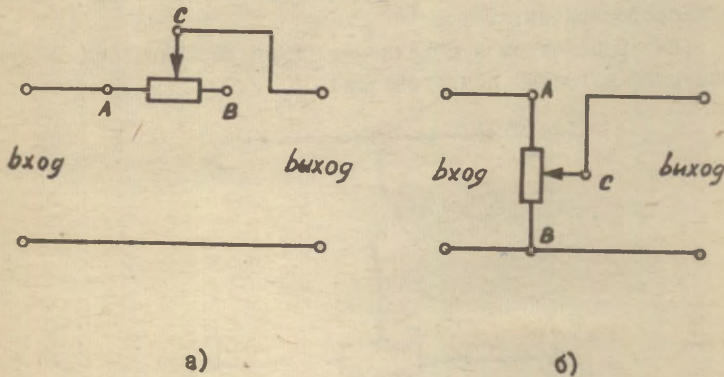


Рис. 3.

Как со всеми приборами для опыта, так и с реостатами перед использованием необходимо ближе познакомиться. На каждом реостате показаны его максимальное (номинальное) сопротивление и допустимая максимальная сила тока (номинальный ток).

Минимальное сопротивление практически равняется нулю.

Следует помнить, что сила тока в данной схеме не должна превышать номинального тока реостата.

При потенциометрическом включении на выход (на потребитель) подается падение напряжения, возникающее на части реостата BC (рисунок 3 б), которое можно изменить от нуля до значения выходного напряжения. При включении максимальной силы тока следует учитывать, что при потенциометрическом включении самым сильным является ток в части AC, где складывается ток, проходящий через реостат, и ток, проходящий через нагрузку. С целью защиты приборов, до включения тока движок потенциометра должен находиться около нулевого положения (В, рис. 3 б).

На практике надо учитывать то, что хотя реостат по принципу имеет 3 зажима, но часто (например, тип РСП) зажимы движка выведены на обоих концах (рисунок 4).

Итак, верхние зажимы на обоих концах являются зажимами движкового контакта.

При реостатном и потенциометрическом включении можно применять магазины сопротивлений.

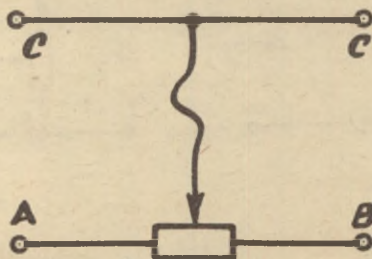


Рис. 4.

Электрические измерительные приборы изготавливают одно- и многопредельные. У многопредельных приборов (вольтметры, амперметры, ваттметры и т.д.) диапазон отмечен соответствующей клеммой или имеется переключатель диапазонов, положение которого определяет диапазон.

Относительная основная погрешность электрических измерительных приборов увеличивается при уменьшении показания. Поэтому всегда необходимо достигнуть показания стрелки во второй половине шкалы. Для этого следует выбрать по возможности самый малый предел.

При отсутствии тока в приборе нельзя забывать о проверке механического нуля.

Светильники. В практикуме общей физики применяют несколько типов светильников. Для достижения долговременной работы перед включением следует убедиться в исправности питательного устройства и определить рабочее напряжение.

При лампах накаливания следует особенно следить за соответствием напряжения лампе, так как во многих оптических приборах используемые лампы накаливания предусмотрены для низкого напряжения и конструкция их является часто специальной, поэтому их трудно заменить.

Спектральные лампы и трубки применяются только с соответствующими им питающими устройствами. Непосредственно после включения спектральных ламп, они мало освещают и только через некоторое время достигают своей нормальной мощности. После выключения включение лампы снова невозможно, это удастся лишь после достаточного охлаждения лампы.

Если неизвестно, какое питательное устройство или рабочий режим применяется для данного светильника, следует ознакомиться с инструкцией, а при отсутствии ее необходимо обратиться к преподавателю.

Графики следует чертить на миллиметровке форматом не менее половины машинописного листа. Желательно применять светло-клетчатую миллиметровку, на которой все графики были бы хорошо видны. По возможности необходимо графику дать со-

ответствующее заглавие. К осям прямоугольной координатной системы обязательно надо приписать соответствующие обозначения физических величин, единицу измерения и цифры, показывающие масштаб. При выборе масштаба следует учесть, чтобы график не был по размеру маленьким и масштаб был бы выражен простым числом отношения и чтобы кривая не находилась слишком близко к осям. Если у одной или другой величины отсутствует обозначение, то эту величину можно написать словами (например, показание гальванометра /делений/).

Экспериментально найденные точки следует отметить довольно крупно (кружками, крестиками). Нарисованная по точкам кривая не должна строго проходить через все точки, ее можно в некоторой мере сгладить.

У кривых, вычерченных по формулам (теоретические), нет необходимости показывать отдельные точки.

Если в одной координатной системе имеется несколько кривых, то на графике должно быть понятно, чем эти кривые отличаются друг от друга. В случае надобности можно на начерченную вблизи оси параллельную прямую нанести для некоторых кривых различающийся масштаб, приписывая туда соответствующее обозначение величины и единицу измерения.

Литература

1. Физический практикум I. Общие физические измерения, механика и молекулярная физика. Под ред. Э.Тамма. Рота-принт ТГУ, Тарту, 1970.
2. Физический практикум. Механика и молекулярная физика. Под ред. В.И.Ивероновой. М., "Наука", 1967.
3. Физический практикум. Электричество и оптика. Под ред. В.И.Ивероновой. М., "Наука", 1968.
4. А.Н.Зайдель. Элементарные оценки ошибок измерений. Л., "Наука", 1968.
5. Физический энциклопедический словарь, т. I, М., 1960; т. 2, М., 1962; т. 3, М., 1963; т. 4, М., 1965; т. 5, М., 1966.
6. Е.П.Субботина. Сборник физических констант и параметров. Л., изд. ЛГУ, 1967.
7. У.Уайлдс. Физические постоянные. М., 1961.
8. Дж.Кэй, Т.Лэби. Таблицы физических и химических постоянных. М., изд. Ф-М., 1962.
9. Д.С.Гурлев. Справочник по электронным приборам. Киев, изд. "Техника", 1966.

Х. Рейсар, Я. Сальм

ОБЩИЕ ИНСТРУКЦИИ К ПРАКТИКУМУ ПО ФИЗИКЕ
ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

На русском языке

Тартуский государственный университет

СССР, г. Тарту ул. Юликооли, 18

Ответственный редактор Х. Вооглайд

Корректор Н. Чикалова

Сдано в печать 28.VI 1973 г. Бумага для множительных
аппаратов, 30x42. 1/4. Печ. листов 1,35 (условных 1,26).

Учетно-издат. листов 0,6. Тираж 500 экз.

МВ 00726 Зак. № 695.

Ротапринт ТГУ. СССР, г. Тарту, ул. Пяльсоми, 14

Цена 3 коп.