

Министерство образования и науки Самарской области
государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Самарской области
«Губернский техникум м.р. Кошкинский»

Согласовано и утверждено
Председатель ПЦК
ГБПОУ «ГТ м.р.К»
Л.И.Я / Якимова Э.К.
«28» августа 2015г
Протокол № 1



Утверждаю:
Директор ГБПОУ
«ГТ м.р.К»
Чугунов А.В.
29.08. 2015г.

**Инструкции для выполнения лабораторных работ
по дисциплине
ОУДП.14 Физика**

для лиц, обучающихся по программам подготовки
квалифицированных рабочих, служащих
по профессии 23.01.03 Автомеханик
1-2 курс

Составила преподаватель Якимова Э.К. на
основе примерной программы
для реализации основной профессиональной
образовательной программы СПО
на базе основного общего образования
с получением среднего общего
образования
Протокол № 3 от 21 июля 2015 г., ФГАУ «ФИРО»

с. Кошки
2015/2016 уч. год

Инструкции к лабораторным работам.

Физика – наука экспериментальная. Все виды эксперимента – демонстрационный, фронтальный и домашний – имеют несомненную дидактическую и воспитывающую значимость. Особенно велика роль лабораторного практикума, т.к. именно на этих занятиях учащиеся обобщают и систематизируют изученный материал, самостоятельно выполняя лабораторный эксперимент. В практикум включены работы, которые позволяют повторить, углубить и обобщить основные вопросы пройденного курса.

Задачи практикума

1. Обучить методам и приемам применения теоретических сведений, приобретаемых на уроках, к реализации некоторых конкретных физических заданий;
2. Обучить методам и технике проведения самостоятельных физических исследований.
3. Повторить и углубить пройденный материал.

Практикум проводится после того, как учащиеся накопили достаточные знания изучаемого материала и смогут разобраться в более сложных приборах, установках и опытах. Могут понять целесообразность применения того или иного измерительного прибора для данного опыта, разобраться в методе измерения, во вносимых поправках и расчетах погрешностей.

Перед занятиями практикума учащимся необходимо иметь краткую письменную инструкцию, по которой можно было бы заранее подготовиться к предстоящей работе. В инструкцию, как правило, включается содержание и метод работы, описание конструкции приборов, порядок выполнения работы, порядок записи результатов опыта и вычисления.

Инструкция должна содержать следующие элементы:

- краткие сведения из теории изучаемого вопроса;
- краткое описание приборов, если они неизвестны учащимся;
- метод выполнения работы;
- порядок записи результатов измерений и вычислений;
- дополнительные вопросы.

Последним этапом подготовки учащихся является вводная беседа, которая проводится непосредственно перед началом практических занятий.

В ней напомним о необходимости соблюдения техники безопасности при выполнении лабораторных работ и заполнении журнала ТБ.

Во вступительной беседе надо сказать и о том, как составляется учащимся письменный отчет.

Выполнение работы

При выполнении работы вначале следует ознакомиться с приборами. Далее следует провести предварительный опыт с тем, чтобы пронаблюдать качественно изучаемое явление, оценить, в каких пределах находятся измеряемые величины. После проведенной подготовки можно приступить к измерениям. Следует помнить, что всякое измерение, если только это возможно сделать, должно выполняться больше, чем один раз.

Измерение – это нахождение числового значения физической величины опытным путем с помощью средств измерений (линейки, вольтметра, часы и т.д.).

Измерения могут быть прямыми и косвенными.

Прямое измерение – это нахождение числового значения физической величины непосредственно средствами измерений.

Косвенное измерение – это нахождение числового значения физической величины по формуле, связывающей искомую величину с другими величинами, определяемыми прямыми измерениями.

Измерения, никогда не могут быть выполнены абсолютно точно. Результат любого измерения приближенный. Неопределенность в измерении характеризуется погрешностью – отклонением измеренного значения физической величины от ее истинного значения.

Абсолютные и относительные погрешности

Для количественной оценки качества измерений вводят понятия абсолютной и относительной погрешностей измерений. Любое измерение дает лишь приближенное значение физической величины, однако можно указать интервал, который содержит ее истинное значение:

$$A_{np} - \Delta A < A_{ист} < A_{np} + \Delta A$$

Величина ΔA называется абсолютной погрешностью измерения величины A . Абсолютная погрешность выражается в единицах измеряемой величины. Абсолютная погрешность равна модулю максимально возможного отклонения значения физической величины от измеренного значения. A_{np} – значение физической величины, полученное экспериментально, если измерение проводилось многократно, то среднее арифметическое этих измерений.

Но для оценки качества измерения необходимо определить относительную погрешность ε .

$$\varepsilon = \Delta A / A_{np} \text{ или } \varepsilon = (\Delta A / A_{np}) \cdot 100\%.$$

В лабораториях физического практикума рекомендуется проводить измерения с относительной погрешностью до 10%.

для обучающихся и студентов в кабинете физики

1. Будьте внимательны и дисциплинированы, точно выполняйте указания преподавателя.
2. Размещайте приборы, материалы, оборудование на своем рабочем месте таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание.
3. Перед выполнением работы необходимо внимательно изучить ее содержание и ход выполнения.
4. Для предотвращения падения при проведении опытов стеклянные сосуды (пробирки, колбы) осторожно закрепляйте в лапке штатива.
5. При проведении опытов не допускайте предельных нагрузок измерительных приборов. При работе с приборами из стекла соблюдайте особую осторожность. Не вынимайте термометры из пробирок с затвердевшим веществом.
6. Следите за исправностью всех креплений в приборах и приспособлениях. Не прикасайтесь и не наклоняйтесь (особенно с неубранными волосами) к вращающимся частям машин.
7. При сборке экспериментальных установок используйте провода (с наконечниками и предохранительными чехлами) с прочной изоляцией без видимых повреждений.
8. При сборке электрической цепи избегайте пересечения проводов, запрещается пользоваться проводниками с изношенной изоляцией и выключателями открытого типа (при напряжении выше 42 В).
10. Источник тока к электрической цепи подключайте в последнюю очередь. Собранный цепь включайте только после проверки и с разрешения преподавателя. Наличие напряжения в цепи можно проверить только приборами или указателями напряжения.
11. Не прикасайтесь к находящимся под напряжением элементам цепей, лишенным изоляции. Не производите пересоединений в цепях и смену предохранителей до отключения источника электропитания.
12. Следите за тем, чтобы во время работы случайно не коснуться вращающихся частей электрических машин. Не производите пересоединений в электроцепях машин до полной остановки якоря или ротора машины.
13. Не прикасайтесь к корпусам стационарного электрооборудования, к зажимам отключенных конденсаторов.
14. Пользуйтесь инструментами с изолирующими ручками.
15. По окончании работы отключите источник электропитания, после чего разберите электрическую цепь.
16. Не оставляйте рабочего места без разрешения преподавателя.
17. Обнаружив неисправность в электрических устройствах, находящихся под напряжением, немедленно отключите источник электропитания и сообщите об этом преподавателя.
18. Для присоединения потребителей к сети пользуйтесь штепсельными соединениями.
19. При ремонте и работе электроприборов пользуйтесь розетками, гнездами, зажимами, выключателями с невыступающими контактными поверхностями.

Оценка по выполнению лабораторных работ

Оценка знаний учащихся по практикуму относится к числу существенных сторон методики ведения занятий. Эта оценка складывается из результатов проверки ученических отчетов и из результатов наблюдения преподавателя, так как в оценку должно входить не только качество отчета, но и качество всей практической работы, проведенной обучающимся на лабораторных занятиях. Последнее обстоятельство важно подчеркнуть потому, что отчет далеко не всегда отражает работу учащихся в лаборатории, а иногда может ввести в заблуждение: отчет оказывается хорошим, а выполнение работы оставляет желать лучшего.

Отчеты должны проверяться преподавателем после каждого занятия. В них просматриваются полученные результаты, чертежи установок, графики процессов, различные схемы, проверяется правильность исходных теоретических положений, определяющих практическую задачу. При этом преподаватель вносит в тетрадь свои исправления или замечания, а затем ставит общую оценку, принимая во внимание всю практическую работу в целом. Такая общая оценка знаний отучает учащихся от формального отношения к делу, от погони только за хорошим отчетом независимо от серьезной предварительной практической работы. Она заставляет знать физическую суть задачи, уделять внимание правильному и рациональному обращению с приборами, воспитывает бережливость и аккуратность.

При оценке лабораторных работ учитываются умения:

- планировать проведение опыта;
- собирать установку по схеме;
- пользоваться измерительными приборами;
- проводить наблюдения, снимать показания измерительных приборов, составлять таблицы зависимости величин и строить графики;
- оценивать и вычислять погрешности измерений;
- составлять краткий отчет и делать выводы по проделанной работе.

Оценка лабораторных работ:

Оценка «5» ставится в том случае, если учащийся:

- выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;
- самостоятельно и рационально смонтировал необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда;
- в отчете правильно и аккуратно выполнял все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графика, вычисления;
- правильно выполнил анализ погрешностей

Оценка «4» ставится в том случае, если были выполнены требования к оценке «5», но учащийся допустил недочеты или негрубые ошибки

Оценка «3» ставится, если результат выполненной части таков, что позволяет получить правильные выводы, но в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

Оценка «2» ставится, если результаты не позволяют сделать правильных выводов, если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

Оценка «1» ставится в тех случаях, когда учащийся совсем не выполнил работу.

Во всех случаях оценка снижается, если ученик не соблюдал требования безопасности труда.

Лабораторная работа № 1: « Исследование силы трения»

Цель: Исследовать от чего зависит сила трения.

Оборудование: брусок деревянный, дощечка деревянная, линейка, динамометр, набор грузов, материалы с разными поверхностями.

Теория

Великий итальянский художник, скульптор и ученый Леонардо да Винчи проводил странные опыты, чем удивлял своих учеников: он таскал по полу, то плотно свитую веревку, то ту же веревку во всю длину. Его интересовал ответ на вопрос: зависит ли сила трения скольжения от величины площади соприкасающихся в движении тел? Механики того времени были глубоко убеждены, что чем больше площадь касания, тем больше сила трения. Они рассуждали примерно так: чем больше таких точек, тем больше сила трения. Совершенно очевидно, что на большей поверхности будет больше таких точек касания, поэтому сила трения должна зависеть от площади трущихся тел.

Леонардо да Винчи усомнился и стал проводить опыты. И получил потрясающий вывод: сила трения скольжения не зависит от площади соприкасающихся тел. Попутно Леонардо да Винчи исследовал зависимость силы трения от материала, из которого изготовлены тела, от величины нагрузки на эти тела, от скорости скольжения и от степени гладкости или шероховатости их поверхностей.

Он получил следующие результаты:

- 1) от площади не зависит;
- 2) от материала не зависит;
- 3) от величины нагрузки зависит (пропорциональна ей);
- 4) от скорости скольжения не зависит;
- 5) зависит от шероховатости поверхностей.

Укажите, какие физические величины подлежат прямому измерению для исследования зависимости силы трения от площади трущихся поверхностей.

Выполнение работы:

1. Повторите основные сведения о силе трения, силе упругости и весе тела.

2. **Задание 1. Определить зависимость силы трения от нагрузки тела.**

Определим массу бруска и груза из набора.

Зацепив крючок динамометра за крючок бруска, приведем их в равномерное движение по линейке (или поверхности стола), измерим силу тяги. Заметим, что во время движения бруска указатель динамометра колеблется, поэтому за результат измерения принимаем среднее значение положения указателя между его крайними отклонениями. Результат измерения занесем в таблицу.

Нагружая брусок одним, двумя и тремя грузами, измерим в каждом случае силу трения. Данные занесем в таблицу.

Испытуемое тело	Масса тела, кг	Сила тяжести, Н	Сила трения, Н
Брусок с одним грузом			
Брусок с двумя грузами			
Брусок с тремя грузами			

Вывод: От нагрузки сила трения ...

Задание 2. Определить зависимость силы трения от площади поверхности

Измерим длину, ширину и высоту бруска и вычислим площадь основания бруска.

$A = \text{_____ см}$; $B = \text{_____ см}$; $C = \text{_____ см}$

$S_{\text{осн}} = \text{_____ см}^2$

Теперь таким же способом измерим площадь боковой стороны.

$a = \text{_____ см}$; $b = \text{_____ см}$; $c = \text{_____ см}$

$S_{\text{бок}} = \text{_____ см}^2$

2. Положим брусок боковой гранью на линейку и измерим силу трения

$F = \text{_____ Н}$

3. Положим брусок основанием на линейку и измерим силу трения

$F = \text{_____ Н}$

Вывод: От площади поверхности сила трения

Задание 3. Определить зависимость силы трения от поверхности, по которой движется тело.

Показание динамометра при движении бруска по дереву
_____ Н.

Показание динамометра при движении бруска по шершавой поверхности _____ Н.

Показание динамометра при движении бруска по поверхности парты. _____ Н.

Вывод: от шероховатости, от вида поверхности...

Лабораторная работа № 2: «Изучение закона сохранения механической энергии.»

Цель работы:

сравнить изменения потенциальной энергии груза и потенциальной энергии пружины.

Оборудование:

штатив с муфтой и зажимом, динамометр с фиксатором, груз, прочная нить, измерительная лента или линейка с миллиметровыми делениями.

Описание работы.

Груз весом P привязывают на нити к крючку пружины динамометра и, подняв на высоту h_1 над поверхностью стола, отпускают.

Измеряют высоту груза h_2 в момент, когда скорость груза станет равной нулю (при максимальном удлинении пружины), а также удлинение x пружины в этот момент. Потенциальная энергия груза уменьшилась на $|\Delta E_{\text{гр}}| = P(h_1 - h_2)$, а потенциальная энергия пружины увеличилась на

$$E_{\text{пр}} = \frac{kx^2}{2}$$
, где k - коэффициент жесткости пружины, x — максимальное удлинение пружины, соответствующее наинизшему положению груза.

Поскольку часть механической энергии переходит во внутреннюю вследствие трения в динамометре и сопротивления воздуха, отношение

$E_{\text{пр}} / |\Delta E_{\text{гр}}|$ меньше единицы. В данной работе требуется определить, насколько это отношение близко к единице.

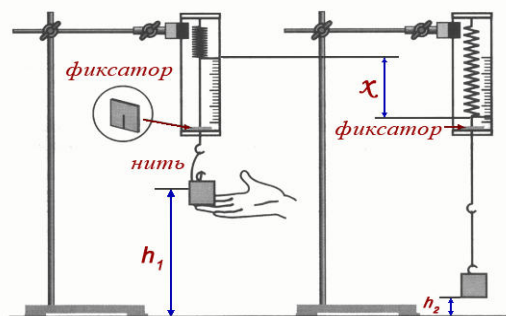
Модуль силы упругости и модуль удлинения связаны соотношением $F = kx$, поэтому

$$E_{\text{пр}} = \frac{Fx}{2}$$
, где F — сила упругости, соответствующая максимальному удлинению пружины. Таким образом, чтобы найти отношение $E_{\text{пр}} / |\Delta E_{\text{гр}}|$, надо измерить P , h_1 , h_2 , F и x .

Для измерения F , x и h_2 необходимо отметить состояние, соответствующее максимальному удлинению пружины. Для этого на стержень динамометра надевают кусочек картона (фиксатор), который может перемещаться вдоль стержня с небольшим трением. При движении груза вниз ограничительная скоба динамометра сдвинет фиксатор, и он переместится вверх по стержню динамометра. Затем, растянув динамометр рукой так, чтобы фиксатор оказался снова у ограничительной скобы, считывают значение F , а также измеряют x и h_2 .

ХОД РАБОТЫ:

Соберите установку, изображенную на рисунке.



Привяжите груз на нити к крючку динамометра (длина нити 12-

15 см). Закрепите динамометр в зажиме штатива на такой высоте, чтобы груз, поднятый до крючка, при падении не доставал до стола.

Приподняв груз так, чтобы нить провисала, установите фиксатор на стержне динамометра вблизи ограничительной скобы.

Поднимите груз почти до крючка динамометра и измерьте высоту h_1 груза над столом (удобно измерять высоту, на которой находится нижняя грань груза).

Отпустите груз без толчка. Падая, груз растянет пружину, и фиксатор переместится по стержню вверх. Затем, растянув рукой пружину так, чтобы фиксатор оказался у ограничительной скобы, измерьте F , x и h_2 .

Вычислите:

а) вес груза $P = mg$;

б) увеличение потенциальной энергии пружины ;

в) уменьшение потенциальной энергии груза $|\Delta E_{\text{гр}}| = P(h_1 - h_2)$.

Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

P , Н	h_1 , м	h_2 , м	F , Н	x , м	$ \Delta E_{\text{гр}} $, Дж	$E_{\text{пр}}$, Дж	$E_{\text{пр}} / \Delta E_{\text{гр}} $

Найдите значение отношения $E_{\text{пр}} / |\Delta E_{\text{гр}}|$. Сравните полученное отношение с единицей и запишите сделанный вывод; укажите, какие превращения энергии происходили при движении груза вниз.

3. Лабораторная работа: « Определение относительной влажности воздуха»

Цель работы: освоить приемы определения относительной влажности воздуха, основанные на использовании психрометра.

Оборудование

Термометр лабораторный; психрометрическая таблица.

Введение

Чтобы определить относительную влажность воздуха φ нужно измерить при одной и той же температуре парциальное давление водяного пара p_i и давление насыщенного пара p_n :

$$\varphi = p_i / p_n \cdot 100\%$$

Психрометр собирают, используя термометр, кусочек тонкой ткани, нитку и стакан с водой комнатной температуры. Вначале термометром измеряют температуру воздуха в помещении. Затем его резервуар со спиртом оборачивают 2—3 раза тканью, которую закрепляют ниткой. Затем ткань смачивают водой и наблюдают за изменениями показаний термометра. В момент, когда столбик спирта перестанет опускаться, записывают его показание. По результатам двух измерений температуры, используя психрометрическую таблицу, определяют относительную влажность воздуха.

Задания и вопросы дня проверки готовности к выполнению работы

Рассмотрите таблицу «Давление насыщенного водяного пара при различных температурах». Отметьте, с каким интервалом приведены в таблице значения температуры пара, в каких единицах указаны значения давления насыщенного пара.

Рассмотрите «Психрометрическую таблицу». Определите, с какими интервалами приведены в ней возможные значения температуры воздуха и значения разности температур «сухого» и «влажного» термометров, каково предельное значение этой разности.

Каковы значения максимальной и минимальной относительной влажности воздуха, которые можно определить с помощью модели психрометра?

Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометров, °C											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Относительная влажность, %											
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11	-	
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23	14	6	
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17	9	
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27	20	12	
16	100	90	81	71	62	54	46	37	30	22	15	
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24	17	
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27	20	
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29	22	
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30	24	
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32	26	
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34	28	
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36	30	
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37	31	
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38	33	

Ход работы

Задание 2. Измерить относительную влажность воздуха с помощью модели психрометра.

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

Таблица 2

№ опыта	t , °C	$t_{\text{вл}}$, °C	Δt , °C	φ , %	$\varphi_{\text{ср}}$, %

2. Измерьте температуру воздуха $t_{\text{в}}$ в помещении.

Опустите термометр в воду и убедитесь, что она имеет комнатную температуру.

Оберните наполненный спиртом резервуар термометра кусочком ткани и закрепите его ниткой.

Смочите ткань водой и наблюдайте за изменениями показаний термометра. Запишите его показание $t_{\text{вл}}$ в тот момент, когда столбик спирта перестанет опускаться.

Занесите в таблицу значения температуры, которые показывал термометр до и после того, как его резервуар увлажнили. Вычислите их разность Δt и с помощью психрометрической таблицы (табл. 2) определите относительную влажность φ воздуха в классе.

7. Повторите опыт 3—4 раза и определите среднее значение искомой величины $\varphi_{\text{ср}}$.

8. При наличии в классе психрометра определите относительную влажность воздуха с его помощью. Сравните результаты, полученные при выполнении заданий 1 и 2, со значением относительной влажности, определенной психрометром. Сделайте вывод о том, какой из двух способов, используемых в работе, дает более достоверные результаты.

Контрольные вопросы

Могут ли в ходе опытов температуры «сухого» и «влажного» термометров оказаться одинаковыми?

Может ли температура «влажного» термометра оказаться выше температуры «сухого»?

Каким может быть предельное значение относительной влажности воздуха?

Цель работы: определить как значение сопротивления зависит от вида соединения.

КРАТКАЯ ТЕОРИЯ.

Если состояние проводника остается неизменным (не меняется его температура и так далее), то для каждого проводника существует зависимость между напряжением U , приложенным к концам проводника, и силой тока I в нем: $I=f(U)$. Эта зависимость называется вольт - амперной характеристикой данного проводника.

Для многих проводников, в особенности для металлов, эта зависимость особенно проста – сила тока пропорциональна приложенному напряжению:

$$I=kU \quad (1)$$

Этот закон носит название *закона Ома*.

Коэффициент пропорциональности k называется электропроводностью проводника, а величина, обратная электропроводности – электрическим сопротивлением. Если обозначить сопротивление через R , то

$$R=I/U \quad (2)$$

Электропроводность и сопротивление зависят от рода вещества проводника, от его геометрических размеров и формы, а также от состояния проводника.

Если несколько проводников соединить последовательно (рис. 1а) то его общее сопротивление будет равно сумме каждого сопротивления, то есть например для n проводников

$$R_{\text{общ}}=R_1+R_2+\dots+R_n \quad (3)$$

Если несколько проводников соединены параллельно (рис. 1б), то общее сопротивление вычисляется по формуле: $1/R_{\text{общ}}=\Sigma (1/R_n)$ (4)



Рисунок 1.

ВНИМАНИЕ! СОБРАННУЮ СХЕМУ ВКЛЮЧАТЬ ТОЛЬКО ПОСЛЕ ПРОВЕРКИ ЕЕ ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ.

Собрать схему, показанную на рисунке 2, в качестве R использовать R_1 . При сборке схемы обращайте внимание на полярность блока питания и измеряемых приборов.

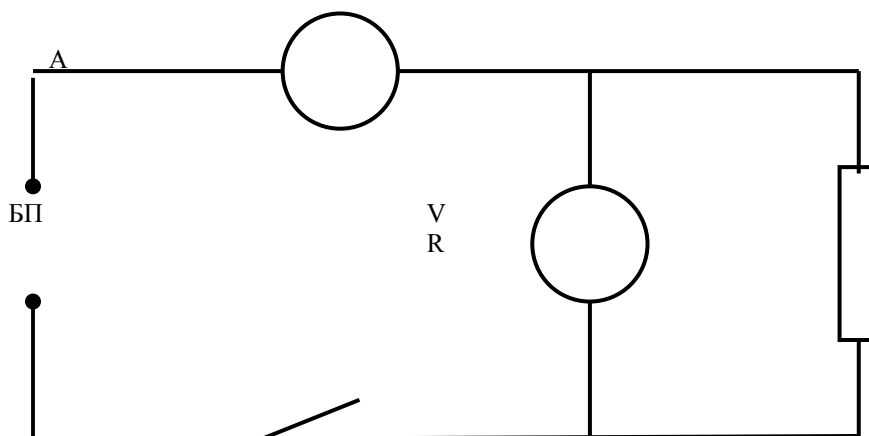


Рисунок 2.

Показать схему преподавателю после чего включить блок питания на 4,5 В. Записать показания амперметра и вольтметра. Переключить напряжение питания на следующее и снова записать показания приборов. По формуле (2) вычислить значения R_1 .

2) Повторить измерения для сопротивлений R_2 , R_3 , R_4 .

ВНИМАНИЕ! ВСЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СХЕМЕ ПРОИЗВОДИТЬ ТОЛЬКО ПРИ ВЫКЛЮЧЕННОМ ПИТАНИИ.

3) Измерить сопротивление параллельного соединения следующих проводников: а) R_1+R_2 , б) $R_1+R_2+R_3$, в) $R_1+R_2+R_3+R_4$. Сравните полученные данные с рассчитанными по формуле (4).

4) Измерить сопротивление последовательного соединения следующих проводников: а) R_1+R_2 , б) $R_1+R_2+R_3$, в) $R_1+R_2+R_3+R_4$. Сравните полученные данные с рассчитанными по формуле (3).

Вывод:.....

Лабораторная работа № 5: «Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»

Цель работы: изучить метод измерения электродвижущей силы и внутреннего сопротивления источника тока, основанный на использовании вольтметра, амперметра и реостата.

Введение

К источнику тока с ЭДС ε и внутренним сопротивлением r подключают в качестве внешнего сопротивления реостат и дважды измеряют силу тока и напряжение при различных его сопротивлениях. Как следует из закона

Ома для замкнутой цепи $\left(I = \frac{\varepsilon}{R + r} \right)$ и закона Ома для участка цепи $\left(I = \frac{U}{R} \right)$, при сопротивлении реостата R_1 будет выполняться равенство:

$$\varepsilon = I_1 \cdot R_1 + I_1 \cdot r = U_1 + I_1 \cdot r \quad (1)$$

Аналогично при сопротивлении реостата R_2 :

$$\varepsilon = I_2 \cdot R_2 + I_2 \cdot r = U_2 + I_2 \cdot r \quad (2)$$

Значения I_1 , I_2 , U_1 , U_2 определяют по показаниям приборов в ходе проведения опыта.

Система двух уравнений (1) и (2) содержит две неизвестные величины ε и r . Решая ее относительно этих неизвестных получают расчетные формулы для определения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока:

$$\varepsilon = \frac{I_1 U_2 - I_2 U_1}{I_1 - I_2} \quad (3) \text{ и } r = \frac{U_2 - U_1}{I_1 - I_2} \quad (4)$$

Оборудование

Источник постоянного тока,
амперметр лабораторный,
вольтметр лабораторный,
лабораторный реостат,
ключ,
соединительные провода.

Описание экспериментальной установки

Схема электрической цепи экспериментальной установки показана на рис. 16.

Перед монтажом цепи ползун реостата переводят в такое положение, при котором его сопротивление максимально.

Ход работы

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

Таблица 1

I_1, A	$\Delta I_1, A$	U_1, B	$\Delta U_1, B$	I_2, A	$\Delta I_2, A$	U_2, B	$\Delta U_2, B$

Начертите в тетради схему электрической цепи экспериментальной установки.

Соберите электрическую цепь.

Убедитесь в том, что ползун реостата находится в положении, при котором сопротивление реостата максимально. Представьте собранную цепь преподавателю для проверки.

Включите источник тока, замкните ключ и измерьте силу тока I_1 и напряжение U_1 .

Отключите цепь от источника и переведите движок резистора в среднее положение.

Еще раз замкните ключ и измерьте силу тока I_2 и напряжение U_2 .

Отключите источник тока от электросети и разберите установку.

Определите, используя формулы (3) и (4), значения ЭДС и внутреннего сопротивления источника.

Вычислите границы абсолютных погрешностей прямых измерений силы тока и напряжения.

Вычислите границы относительных и абсолютных погрешностей определения ЭДС и r .

Запишите полученные значения ЭДС и r с учетом погрешностей:

$$\varepsilon_{ист} = \varepsilon \pm \Delta \varepsilon \text{ и } r_{ист} = r \pm \Delta r$$

Контрольные вопросы

Раскройте физический смысл понятия «электродвижущая сила источника тока».

Закрепление:

Почему, определяя пригодность к использованию гальванического элемента, недостаточно ограничиться лишь измерением его ЭДС?

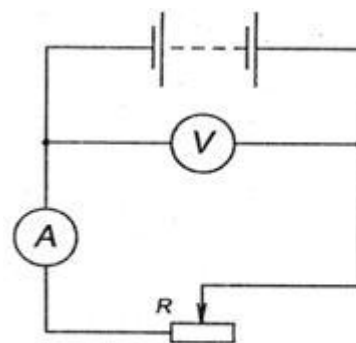


Рис. 16

Лабораторная работа № 6: Исследование зависимости мощности, потребляемой лампой накаливания.

Цель работы: 1) освоить метод измерения мощности, потребляемой электроприбором, основанный на измерении силы тока и напряжения; 2) исследовать зависимость мощности, потребляемой лампой от напряжения на ее зажимах; 3) исследовать зависимость сопротивления проводника от температуры.

Оборудование

Выпрямитель ВУ-4,
мультиметр,
лабораторный вольтметр,
ключ,
реостат с сопротивлением обмотки 100 Ом,
лампа накаливания (3,5 В; 0,25 А),
соединительные провода.

Введение

Работа электрического тока, совершаемая на участке электрической цепи, равна

$$A = UI\tau,$$

где U — напряжение на участке цепи; I — сила тока, протекающего по цепи; τ — время его протекания.

Мощность определяется как работа, совершаемая за единицу времени:

$$P = \frac{A}{\tau}.$$

Проволочную спираль лампы накаливания можно рассматривать как резистор с определенным сопротивлением.

Если участок цепи содержит резистор, на нем будет происходить необратимое преобразование энергии электрического тока во внутреннюю энергию проводника резистора. Иными словами резистор, потребляя энергию электрического тока, преобразует ее в тепло. Из закона сохранения энергии следует, что количество теплоты Q , которое при этом выделится в проводнике, равно работе электрического тока A :

Следовательно, потребляемая лампой мощность

$$P = UI \quad (1)$$

Сопротивление спирали лампы вычисляют на основании закона Ома для однородного участка цепи:

$$R = \frac{U}{I} \quad (2)$$

Увеличение внутренней энергии спирали лампы приводит к повышению ее температуры и сопротивления.

Зависимость сопротивления проводника от температуры имеет вид:

$$R = R_0(1 + \alpha t)$$

где R_0 — сопротивление проводника при 0 °С; α — температурный коэффициент сопротивления материала, из которого изготовлен проводник. (Спираль лампы накаливания изготовлена из вольфрама, его $\alpha = 0,0048 \text{ K}^{-1}$)

Зная сопротивления «нагретого» и «холодного» проводника, а также температурный коэффициент сопротивления материала, из которого он изготовлен, можно определить температуру проводника:

$$t = \frac{R - R_0}{\alpha \cdot R_0} \quad (3)$$

Описание экспериментальной установки

Принципиальная схема экспериментальной установки показана на рис. 6.1.

К выходным гнездам выпрямителя подключают электрическую цепь, составленную из соединенных последовательно лампы накаливания, реостата и амперметра. Амперметром служит мультиметр, переведенный в режим измерения силы постоянного тока. Параллельно лампе подключают лабораторный вольтметр.

Напряжение выпрямителя U , напряжения на реостате U_p и лампе U_n связаны соотношением

$$U = U_p + U_n,$$

Напряжение на лампе равно разности выходного напряжения выпрямителя и напряжения на реостате:

$$U_n = U - U_p.$$

Напряжение на выходе выпрямителя в ходе опыта не меняется. Для изменения напряжения, приложенного к лампе, меняют напряжение на реостате, которое зависит от его сопротивления: чем оно больше, тем больше и напряжение. Напряжение на лампе при этом минимально. Уменьшая сопротивление резистора, уменьшают приложенное к нему напряжение, при этом напряжение на лампе увеличивается. Если движок резистора перевести в левое по схеме положение, напряжение на нем станет равным нулю, а напряжение на лампе достигнет максимально возможного в условиях опыта значения, равного значению напряжения на выходе выпрямителя: $U_n = U$.

В данном опыте сопротивление спирали лампы при комнатной температуре допустимо приравнять к сопротивлению при 0 °С.

Вопросы и задания для проверки готовности к выполнению работы

В каком положении должен находиться ползун реостата, чтобы напряжение на лампе было минимальным?

Может ли напряжение на лампе при использовании данной установки стать равным нулю?

Запишите формулы для вычисления границ абсолютных погрешностей прямых измерений напряжения и силы тока.

Запишите формулы для расчета границ относительных и абсолютных погрешностей определения мощности лампы, сопротивления и температуры ее спирали.

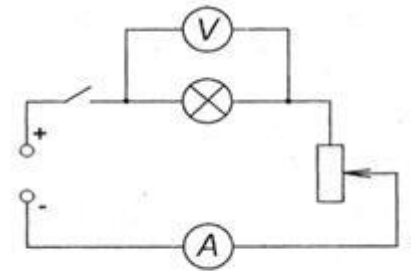


Рис. 17

Ход работы

Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

Таблица 2

№ измерения	$U, В$	$I, А$	$P, Вт$	$\Delta P, Вт$	$R, Ом$	$\Delta R, Ом$	$t, ^\circ C$	$\Delta t, ^\circ C$

Измерьте мультиметром сопротивление лампы при комнатной температуре. В дальнейшем это значение сопротивления считать равным R_0 .

Подготовьте мультиметр для измерения силы постоянного тока.

Соберите экспериментальную установку по схеме рис. 6.1.

Включите выпрямитель и установите ползун реостата в положение, при котором напряжение на лампе составляет 0,4 В.

Занесите показание мультиметра, соответствующее этому напряжению в таблицу.

Увеличивайте напряжение на лампе с интервалом 0,4 В до максимально возможного и заносите в таблицу показания мультиметра, соответствующие каждому значению напряжения.

Вычислите границы абсолютных погрешностей прямых измерений напряжения и силы тока.

Вычислите по формуле (1) мощность, потребляемую лампой в те моменты опыта, когда напряжение на ней соответствовало значениям, указанным в таблице.

Сделайте вывод о том, как изменялось сопротивление спирали лампы при увеличении ее температуры.

Вопросы:

Как объяснить зависимость сопротивления спирали лампы от температуры?

Какие характеристики измерительных приборов должны быть изменены и как, чтобы повысить точность измерения мощности рассмотренным способом.

Как объяснить тот факт, что сила тока в лампе изменялась не прямо пропорционально изменению напряжения?

Лабораторная работа № 7: «Изучение явления электромагнитной индукции»

Цель работы: изучить явление электромагнитной индукции.

Оборудование: миллиамперметр, катушка-моток, магнит дугообразный или полосовой, источник питания, катушка с железным сердечником от разборного электромагнита, реостат, ключ, провода соединительные.

Тренировочные задания и вопросы

1. Индукция магнитного поля – это _____ характеристика магнитного поля.

2. Запишите формулу модуля вектора магнитной индукции.

$B =$ _____.

Единица измерения магнитной индукции в системе Си: $[B] = []$

3. Что такое магнитный поток? _____

4. От чего зависит магнитный поток? _____

5. В чем заключается явление электромагнитной индукции? _____

6. Кто открыл явление электромагнитной индукции и почему это открытие относят к разряду величайших?

Ход работы

1. Подключите катушку-моток к зажимам миллиамперметра.

2. Введите один из полюсов магнита в катушку, а затем на несколько секунд остановите магнит. Запишите, возникал ли в катушке индукционный ток:

а) во время движения магнита относительно катушки;

б) во время его остановки.

3. Запишите, менялся ли магнитный поток Φ , пронизывающий катушку: а) во время движения магнита; б) во время его остановки.

4. Сформулируйте, при каком условии в катушке возникал индукционный ток.

5. Введите один из полюсов магнита в катушку, а затем с такой же скоростью удалите. (Скорость подберите таким образом, чтобы стрелка отклонялась до половины предельного значения шкалы.)

а) Запишите, каким будет направление индукционного тока. _____

б) Запишите, каким будет модуль индукционного тока. _____

6. Повторите опыт, но при большей скорости движения магнита.

а) Запишите, каким будет направление индукционного тока. _____

б) Запишите, каким будет модуль индукционного тока. _____

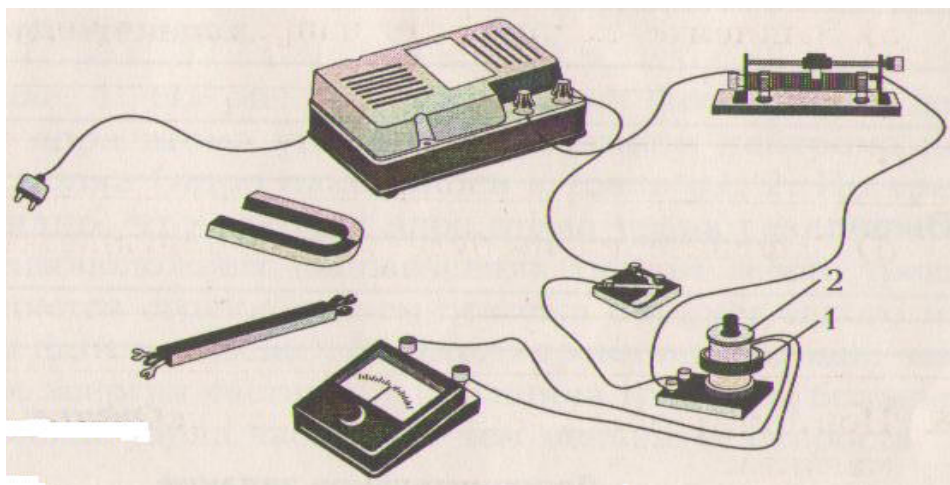
7. Запишите, как скорость движения магнита влияет:

а) На величину изменения магнитного потока. _____

б) На модуль индукционного тока. _____

8. Сформулируйте, как зависит модуль силы индукционного тока от скорости изменения магнитного потока.

9. Соберите установку для опыта по рисунку.



2 – катушка

10. Проверьте, возникает ли в катушке-мотке 1 индукционный ток при: а) замыкании и размыкании цепи, в которую включена катушка 2; б) протекании через 2 постоянного тока; в) изменении силы тока реостатом.

11. Запишите, в каких из перечисленных случаев: а) менялся магнитный поток, пронизывающий катушку 1; б) возникал индукционный ток в катушке 1.

**Лабораторная работа № 8: ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ
МОДЕЛИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА**

Цель работы. Изучение гармонических колебаний и определение ускорения свободного падения с помощью математического маятника.

Приборы и оборудование: 1. математический маятник; 2. линейка; 3. электронный секундомер.

Теория

Математический маятник - идеализированная система, состоящая из материальной точки массой m , подвешенной на нерастяжимой, невесомой нити, и колеблющейся под действием силы тяжести (рис.2).

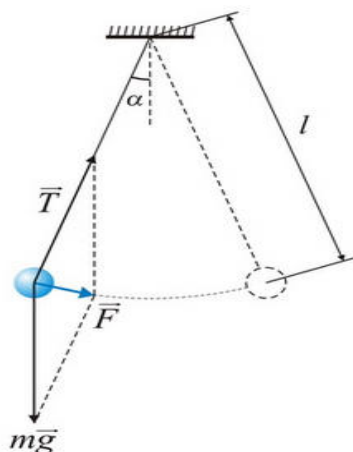


Рис.2

Зная законы колебательного движения, можно опытным путем определить ускорение свободного падения с помощью математического маятника.

Порядок выполнения работы

Модель математического маятника представляет собой металлический шарик небольшого радиуса, подвешенный на длинной нити.

Длина маятника определяется расстоянием от точки подвеса до центра шарика ,

$\ell = \ell_n + \frac{d_{ш}}{2}$, где ℓ_n - длина нити от точки подвеса до места крепления шарика к нити; $d_{ш}$ - диаметр шарика. Длина нити измеряется линейкой, диаметр шарика - штангельциркулем.

Оставляя нить натянутой, отводят шарик из положения равновесия на расстояние, весьма малое по сравнению с длиной нити. Затем шарик отпускают, не давая ему толчка, и одновременно включают секундомер. Определяют промежуток времени t , в течение которого маятник совершает $n = 50$ полных колебаний. Опыт повторяют с

двумя другими маятниками. Полученные экспериментальные результаты ($\ell_1, \ell_2, \ell_3, t_1, t_2, t_3$) заносят в таблицу.

Номер измерения	$\ell, \text{м}$	$t, \text{с}$	$T, \text{с}$	$g, \text{м/с}^2$
1.				
2.				
3.				

$$T = \frac{t}{n}$$

$$g = \frac{4\pi^2 \ell}{T^2}$$

По формуле вычисляют период колебания маятника, а по формуле вычисляют ускорение свободно падающего тела g . Результаты измерений заносят в таблицу. Вычисляют

среднее арифметическое из результатов измерения $g_{ср}$ и среднюю абсолютную ошибку $\Delta g_{ср}$

. Окончательный результат измерений и вычислений выражают в виде $g = g_{ср} \pm \Delta g_{ср}$.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение гармонических колебаний. Напишите уравнение таких колебаний, изобразите график гармонических колебаний, отметив характерные точки.
3. Укажите, в каких точках траектории тела маятника оно имеет максимальную (для данного колебательного процесса) скорость, потенциальную энергию, кинетическую энергию, ускорение, силу натяжения нити.
4. Как изменится период математического маятника, если изменить его длину, массу колеблющегося тела, амплитуду колебаний?
5. Различаются ли понятия “вес тела” и его “сила тяжести”? Какую физическую величину определяют при взвешивании тела?
6. От каких величин зависит значение ускорения свободного падения? Одинаково ли значение для тел с различной массой?
7. С помощью какого математического маятника, длинного или короткого, можно измерить значение g с более высокой точностью? Ответ обоснуйте.

Лабораторная работа № 9: Определение показателя преломления вещества

Цель работы: определение показателя преломления стекла относительно воздуха методом построения хода луча сквозь стеклянную пластину с параллельными гранями.

Оборудование

Стеклянная пластинка с параллельными гранями, булавки (4 шт.),

лист бумаги,
линейка,
тонко отточенный карандаш;
стеклянный сосуд;
два плоских стекла, $d=35\text{мм}$ ($0,035\text{м}$) с заключенной между ними фотографией (для сохранности фотографии).

Введение

Относительным показателем преломления называют величину, показывающую, во сколько раз скорость света v_1 в одной среде больше, чем скорость света v_2 в другой:

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2}.$$

Определить относительный показатель преломления можно, воспользовавшись законом преломления света:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21}, \quad (1)$$

где α — угол падения луча на границу раздела двух сред; β — угол преломления.

Из (1) следует, что для определения относительного показателя преломления вещества необходимо измерить углы и найти отношение их синусов.

Описание экспериментальной установки

Для определения показателя преломления стекла относительно воздуха рассматривают прохождение луча света через стеклянную пластину с параллельными гранями.

Углы непосредственно не измеряют, а находят отношение их синусов.

Для этого поступают следующим образом. Коврик из пористого материала накрывают листом бумаги. В центральной части листа размещают прозрачную стеклянную пластину. Карандашом обводят на листе контур ее основания. Пластину временно удаляют с листа. С внешней стороны контура к середине одной из его параллельных сторон до пересечения с ней проводят прямую, наклоненную к этой стороне под углом $20\text{—}30^\circ$. В эту прямую втыкают две булавки на расстоянии $5\text{—}7\text{ см}$ одна от другой, причем одну из булавок втыкают в точку пересечения прямой с контуром. После этого пластину возвращают на прежнее место — с этого момента смещать ее относительно обведенного контура не следует. Затем коврик с пластиной кладут на ладонь и располагают перед собой так, чтобы было удобно смотреть на булавки сквозь боковые грани пластины. Поворачивая коврик вокруг вертикальной оси, находят такое его положение, при котором булавки, наблюдаемые сквозь пластину, окажутся совмещенными. Сразу после этого в коврик перед пластиной втыкают еще две булавки, но так, чтобы все четыре казались расположенными на одной линии. Вид экспериментальной установки показан на рис. 29.

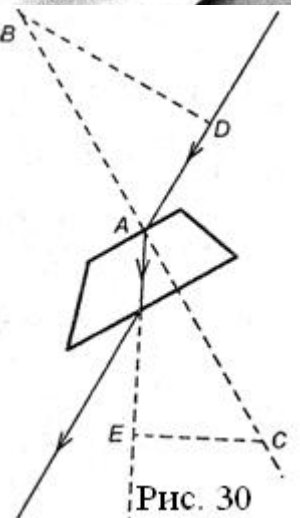
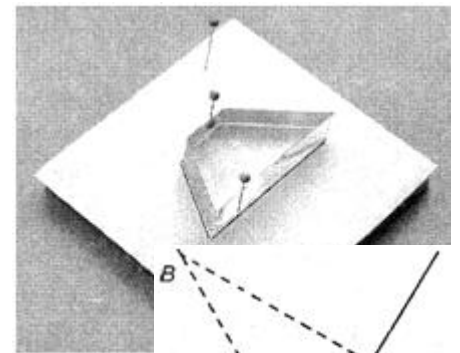


Рис. 30

Добившись нужного эффекта, приступают к нахождению отношения синусов углов. Предварительно сняв пластину, лист бумаги снимают с коврика. В точку пересечения наклонной прямой с контуром пластины (ранее в эту точку была вколота одна из булавок) восстанавливают перпендикуляр к контуру и продолжают его внутрь контура (рис. 30). На перпендикуляре от точки A откладывают отрезки AB и AC равной длины.

Далее строят ход луча внутри пластины. Для этого соединяют линией точки, куда были воткнуты булавки второй пары, и продолжают эту линию до пересечения с контуром. Точку пересечения линии с контуром соединяют отрезком с точкой пересечения с контуром наклонной прямой, которую начертили в начале опыта. Луч внутри пластины распространялся вдоль отрезка, соединяющего эти точки. Чтобы уменьшить погрешность измерения, отрезок продолжают за границу контура.

Из точек B и C опускают перпендикуляры BD и CE на направление хода луча до падения на пластину и на направление хода луча внутри нее. При этом образуются прямоугольные треугольники ABD и ACE . Используя известные тригонометрические соотношения, находят

$$\sin \alpha = \frac{BD}{AB} \quad \text{и} \quad \sin \beta = \frac{CE}{AC}, \quad \text{откуда} \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{BD}{AC} \cdot \frac{AC}{CE}$$

Но $AB = AC$ по построению. Тогда

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{BD}{CE} = n_{21}. \quad (2)$$

Значит, чтобы определить относительный показатель преломления стекла, надо измерить отрезки BD и CE .

Вопросы и задания для проверки готовности к выполнению работы

1. Какую размерность имеет относительный показатель преломления?
2. Как длины отрезков AB и AC влияют на точность определения показателя преломления?
3. Запишите формулу для вычисления границы абсолютной погрешности определения n_{21} .

Ход работы

Задание 1. Определение показателя преломления стекла

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

Таблица 3

$BD, \text{ мм}$	$\Delta(BD), \text{ мм}$	$CE, \text{ мм}$	$\Delta(CE), \text{ мм}$	n_{21}	Δn_{21}

2. Постройте ход луча до падения на пластину (см. описание экспериментальной установки).
3. Постройте ход луча внутри пластины.
4. Восставьте перпендикуляр к контуру пластины в том месте, где луч входил в нее.
5. Постройте отрезки BD и CE (см. описание экспериментальной установки) и измерьте их длину.
6. Определите границы абсолютных погрешностей измерений длин отрезков BD и CE .
7. Вычислите по формуле (2) относительный показатель преломления стекла n_{21} .
8. Вычислите границу абсолютной погрешности определения показателя преломления Δn_{21} .
9. Запишите результат определения относительного показателя преломления n_{cm} стекла относительно воздуха с учетом границы абсолютной погрешности: $n_{cm} = n_{21} \pm \Delta n_{21}$.
10. Найдите табличное значение коэффициента преломления стекла.
11. Установите, попадает ли табличное значение показателя преломления стекла в интервал его возможных значений, полученных в результате проведения опыта.

Контрольные вопросы

1. Что характеризует относительный показатель преломления вещества?
2. Какая среда называется более оптически плотной?
3. Может ли скорость электромагнитной волны в веществе быть больше, чем в вакууме?

Лабораторная работа № 10: Определение длины световой волны

Цель работы: определить длину световой волны с помощью дифракционной решетки.

Введение

Метод определения длины световой волны с помощью дифракционной решетки основан на использовании формулы дифракционной решетки:

$$d \sin \theta = 2m \frac{\lambda}{2} \quad (1)$$

где m — любое целое число ($m = 0, \pm 1; \pm 2; \pm 3$ и т. д.); d — период решетки; Θ — угол отклонения волны от нормали; λ — длина волны.

Число m называют порядком максимума.

Таким образом, чтобы вычислить длину волны, надо знать период решетки d , порядок максимума m и измерить угол Θ (или найти синус этого угла):

$$\lambda = \frac{d \sin \Theta}{m} \quad (2)$$

Оборудование

Прибор для определения длины световой волны;
дифракционная решетка (100 штрихов на 1 мм);
штатив лабораторный.

Описание экспериментальной установки

Для выполнения работы используют специальный прибор, который закрепляют в лабораторном штативе (рис. 39).

Вдоль бруска 1 нанесена шкала, оцифрованная в сантиметрах с ценой деления 1 мм. Стержнем 2 брусок крепится к муфте штатива.

Рамка 3 используется для закрепления дифракционной решетки.

Место расположения решетки, вставленной в рамку, совпадает с нулевым делением шкалы бруска. Ползунок 4 может передвигаться вдоль бруска. К нему прикреплен экран, в центре которого имеется прямоугольное отверстие. Под отверстием по обе стороны от него на нижней части экрана нанесена шкала в сантиметрах с ценой деления 1 мм. Нулевое деление шкалы находится точно под серединой отверстия.

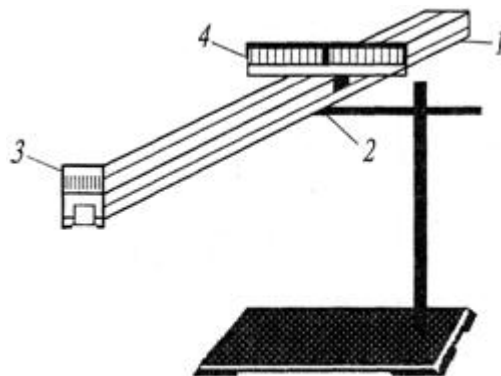


Рис. 39

Зная период решетки d , порядок рассматриваемого спектра m и измерив расстояния a и b , по формуле (3) находят длину световой волны.

$$\lambda = \frac{db}{ma} \quad (3)$$

Ход работы

1. Подготовьте таблицу для записи результатов измерений и вычислений:

2. Установите прибор на рабочем столе в соответствии с приведенной выше методикой его настройки.

3. Произведите наблюдение дифракционных спектров и при необходимости скорректируйте положение прибора.

4. Занесите в таблицу значение постоянной решетки $d = 0,01 \text{ мм}$.

5. Измерьте расстояние a от решетки до экрана.

7. Проведя измерения несколько раз, занесите в таблицу средние значения измеренных величин.

8. Вычислите длины световых волн, соответствующих красной и фиолетовой границам спектра.

9. Изменяя положение ползунка относительно дифракционной решетки, повторите измерения и вычисления 2—3 раза.

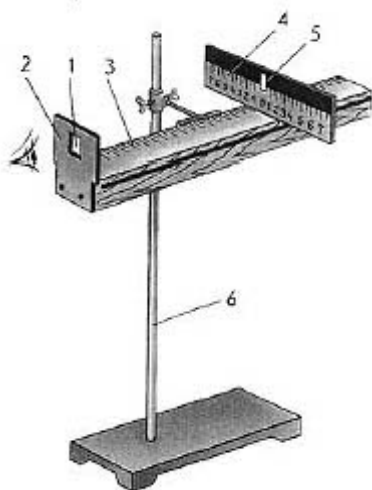
10. По результатам вычислений определите средние значения длин волн для красной и фиолетовой границ спектра.

11. Сравните результаты вычислений и сделайте вывод, какому цвету соответствует меньшая длина волны.

Контрольные вопросы

1. Как изменится вид спектров, если использовать дифракционную решетку с другим периодом d ?

2. Какие факторы влияют на точность определения длины световой волны опробованным методом?



№ 11: Изучение треков заряженных частиц по фотографиям

Цель работы: познакомиться с методами исследования ядерных реакций и свойств элементарных частиц по фотографиям их треков.

Оборудование

Фотографии треков заряженных частиц,
линейка,
циркуль,

транспортир,
лист кальки.

Введение

Треком частицы называют след, оставленный ею в среде, где она двигалась.

По виду треков определяют электрический заряд, скорость и ее направление, длину свободного пробега, энергию частицы.

Трек образуется ионами атомов той среды, через которую движется частица. Его толщина зависит от концентрации ионов и определяется величиной заряда частицы и ее скоростью. Толщина трека тем больше, чем больше заряд частицы и меньше ее скорость.

При движении частицы в среде ее энергия постепенно убывает в основном из-за взаимодействия с атомами среды. Следовательно, длина трека определяется энергией частицы. При прочих равных условиях трек тем длиннее, чем большей энергией обладала частица в начальный момент своего движения.

Дополнительную информацию о свойствах частицы можно получить с помощью магнитного поля. При движении частицы в магнитном поле на нее со стороны поля действует сила Лоренца, которая зависит от величины ее заряда q , скорости v , индукции магнитного поля B и угла α между направлениями вектора скорости и вектора индукции магнитного поля:

$$F_L = qvB \sin \alpha \quad (1)$$

Эта сила сообщает частице центростремительное ускорение тогда можно записать, что

$$qvB \sin \alpha = \frac{mv^2}{R}$$

где m — масса частицы; R — радиус ее траектории.

Для случая, когда частица движется перпендикулярно полю, $\alpha = 90^\circ$, $\sin \alpha = 1$, и тогда

$$qvB = \frac{mv^2}{R} \quad (2)$$

Направление силы Лоренца определяют по правилу левой руки.

Зная радиус трека, модуль и направление индукции магнитного поля и скорости, определяют знак заряда частицы и вычисляют отношение ее заряда к массе. Для этого сравнивают треки исследуемой частицы и той, для которой известно отношение заряда к массе. Воспользовавшись формулой (2) и записав ее для одной и другой частицы, получим:

$$\frac{q_1}{m_1} = \frac{v_1}{BR_1} \quad \text{и} \quad \frac{q_2}{m_2} = \frac{v_2}{BR_2}$$

Если скорости частиц одинаковы ($v_1 = v_2$), то, выразив их из последнего равенства, находим:

$$\frac{q_1}{m_1} = \frac{q_2}{m_2} \frac{R_2}{R_1} \quad (3)$$

Радиус трека определяют по длинам его хорды L и отрезка между окружностью и хордой H :

$$R = \frac{L^2 + 4H^2}{8H} \quad (4)$$

Связь между хордой окружности и радиусом можно получить, если к центру хорды восставить перпендикуляр и продолжить его до пересечения с окружностью (рис. 46). Изменение радиуса кривизны трека указывает, в каком направлении двигалась частица и как менялась ее скорость. Радиус кривизны трека больше на его начальном участке; по мере уменьшения скорости он уменьшается.

Ход работы

. Исследование свойств элементарных частиц по их трекам.

На рис. 49 показаны три смонтированные фотографии треков заряженных частиц, сделанные в камере Вильсона. Камера находилась в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $B = 2,2$ Тл. Первый трек оставлен α -частицей, второй — ядром изотопа водорода дейтерия (${}^2_1\text{H}$), третий — неизвестной частицей. Начальная скорость всех частиц была направлена снизу вверх.

$$a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R} \quad \text{По второму закону Ньютона } F = ma, \text{ и}$$

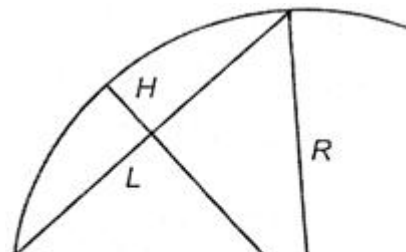


Рис. 49

I

II

III

По виду треков необходимо установить заряд неизвестной частицы и его отношение к массе частицы.

1. Скопируйте на кальку треки частиц.
2. Измерьте радиусы первой половины треков α -частицы и неизвестной частицы. При измерении радиусов необходимо учесть масштаб снимка, указанный на рисунке.
3. Зная структуру α -частицы, вычислите отношение ее заряда к массе.
4. Вычислите по формуле (3) отношение заряда к массе неизвестной частицы.
5. Укажите, какая из известных вам элементарных частиц имеет аналогичные характеристики.

Контрольные вопросы

1. В чем преимущество применения фотоэмульсии по сравнению с камерой Вильсона и пузырьковой камерой?
2. Какие нейтроны называют тепловыми?
3. Каковы принципы действия камеры Вильсона и пузырьковой камеры