

Перечень лабораторных работ

10-11 класс

Тема	Название лабораторной работы
Механика	<ol style="list-style-type: none"> 1. Измерение ускорения свободного падения. 2. Исследование движения тела под действием постоянной силы. 3. Изучение движения тел по окружности под действием силы тяжести и упругости. 4. Исследование упругого и неупругого столкновений тел. 5. Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости. 6. Сравнение работы силы с изменением кинетической энергии тела.
Молекулярная физика	<ol style="list-style-type: none"> 7. Измерение влажности воздуха. 8. Измерение удельной теплоты плавления льда. 9. Измерение поверхностного натяжения жидкости.
Электродинамика	<ol style="list-style-type: none"> 10. Измерение электрического сопротивления с помощью омметра. 11. Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока. 12. Измерение элементарного заряда. 13. Измерение магнитной индукции. 14. Определение спектральных границ чувствительности человеческого глаза. 15. Измерение показателя преломления стекла.
Квантовая физика и элементы астрофизики	<ol style="list-style-type: none"> 16. Наблюдение линейчатых спектров.

МЕХАНИКА

Лабораторная работа №1

Измерение ускорения свободного падения

Цель: определить ускорение свободного падения с помощью математического маятника.

Оборудование: часы с секундной стрелкой; измерительная лента с погрешностью $\Delta_l = 0,5$ см; шарик с отверстием на нити; штатив с муфтой и кольцом.

Подготовительные вопросы

1. Что собой представляет математический маятник?

2. Как определяется период колебания математического маятника?

3. Как найти период колебания маятника, зная время колебаний (t) и число полных колебаний (N)?

4. Приравняв правые части равенства (2) и (3), получите формулу для расчёта ускорения свободного падения.

ХОД РАБОТЫ

1. Установите на краю стола штатив. У его верхнего конца укрепить с помощью муфты кольцо и подвесить к нему шарик на нити. Шарик должен висеть на расстоянии 1 – 2 см от пола.

2. Измерьте лентой длину l нити маятника.

3. Возбудите колебания маятника, отклонив шарик в сторону на 5 – 8 см и отпустив его.

4. Измерьте в нескольких экспериментах время t 50 колебаний маятника и вычислите t_{cp} : $t_{cp} = (t_1 + t_2 + t_3 + \dots)/n$, где n – число опытов по измерению времени.

5. Вычислите среднюю абсолютную погрешность измерения времени

$$\Delta t_{cp} = (|t_1 - t_{cp}| + |t_2 - t_{cp}| + |t_3 - t_{cp}| + \dots)/n$$

и результаты занесите в таблицу.

Номер опыта	t, c	t_{cp}, c	$\Delta t, c$	$\Delta t_{cp}, c$	l, m
1					
2					
3					

6. Вычислите ускорение свободного падения по формуле

$$g_{\text{ср}} = 4\pi^2 l N^2 / t_{\text{ср}}^2$$

7. Определите относительную погрешность измерения времени ε_t .

8. Определите относительную погрешность измерения длины маятника $\varepsilon_l = \Delta l / l$. Значение Δl складывается из погрешности мерной ленты и погрешности отсчёта, равной половине цены деления ленты: $\Delta l = \Delta l_{\text{л}} + \Delta l_{\text{отсч}}$.

9. Вычислите относительную погрешность измерения g по формуле

$$\varepsilon_g = \varepsilon_l + 2 \varepsilon_{\pi} + 2 \varepsilon_t,$$

учитывая, что погрешностью округления π можно пренебречь, если $\pi = 3,14$; также можно пренебречь ε_l , если она в 4 (и более) раз меньше $2 \varepsilon_t$.

10. Определить $\Delta g = \varepsilon_g \cdot g_{\text{ср}}$ и запишите результат измерения в виде

$$g_{\text{ср}} - \Delta g \leq g \leq g_{\text{ср}} + \Delta g$$

ВЫВОД:

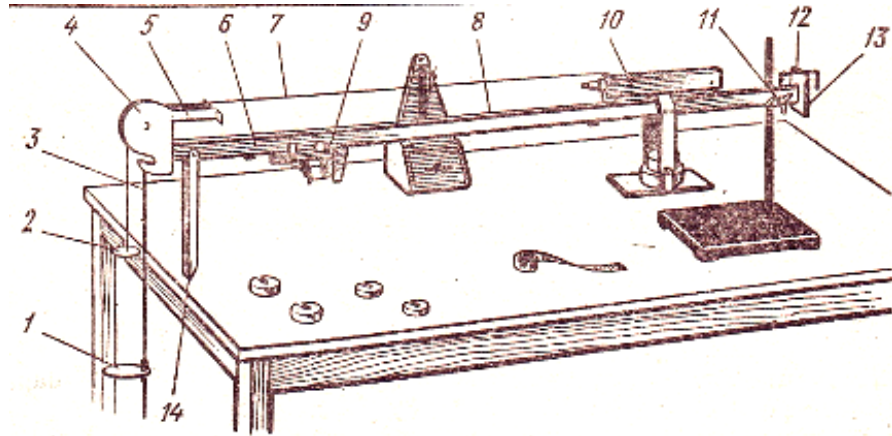
Лабораторная работа №2

Исследование движения тела под действием постоянной силы

Цель: установить экспериментально зависимость между ускорением и массой тела при постоянно действующей силе.

Оборудование: прибор по кинематике и динамике с движущейся тележкой, секундомер или метроном, лента измерительная, штатив лабораторный.

Указания к работе:



Прибор по кинематике и динамике состоит из:

1. стержень 6, длиной 125 см, на одном конце которого укреплена обойма с блоком 4, а на другом щека 13.
2. между обоймой и щекой натянут проволока 8, по которой перемещается тележка 10. Масса тележки вместе со столиком для грузов равна 300г.
3. проволока лежит на 3-х опорных винтах, устраняющих ее прогиб под тяжестью тележки.
4. на щеке сверху укреплена защелка 12, удерживающая тележку в начальном положении, а на обойме – пружинный зажим 5, задерживающий тележку в конце пути.
5. через блок в обойме перекинута нить 7, один конец которой привязан к тележке, а другой – к тарелке для грузов 2 массой 10г.
6. к обойме подвешен металлический стержень 3 с подвижным столиком 1. Он служит для остановки перегрузка при определении мгновенной скорости.
7. снизу на стержень 6 надет фиксатор 9, который удерживается при помощи пружинящих зажимов и может легко перемещаться вдоль стержня. Фиксатор отмечает ударом момент прохождения тележкой той точки пути, где он установлен. Когда тележка проходит над фиксатором, то стержень его столика поворачивает защелку. При этом плоская пружина фиксатора освобождается и ударяет прикрепленным к ней шариком о ползунок.
8. стержень снабжен откидной ножкой 14, предназначенной для установки прибора на столе в рабочем положении и держателем 11 для закрепления его в муфте лабораторного штатива.

9. к прибору прилагаются два груза массой по 150г и два груза массой по 10г.

ХОД РАБОТЫ

1. Положите на столик тележки груз массой 320г (два груза массой по 150г и два груза массой по 10г) и наклоните прибор так, чтобы тележка двигалась по проволоке равномерно.
2. Приложите к тележке силу $9,8 \cdot 10^{-2} \text{Н}$. Для этого прикрепите к тележке нить с тарелкой массой 10г и перебросьте нить через блок. При этих условиях масса движущихся тел равна 630г (тележка – 300г, груз – 320г, тарелка – 10г).
3. Расположите фиксатор от тележки на расстоянии 90-95 см и пустите тележку одновременно с секундомером. В момент удара фиксатора остановите секундомер.
4. Измерьте перемещение тележки. Зная перемещение и время, вычислите ускорение тележки $a = \frac{2s}{t^2}$.
5. Снимите с тележки все грузы и определите ускорение ее движения (масса движущихся тел 310г) при силе тяги $9,8 \cdot 10^{-2} \text{Н}$ (вес тарелки).
6. Положите на тележку груз массой 150г и снова определите ускорение ее движения (масса движущихся тел 460г) при прежней силе тяги.
7. Результаты измерений и вычислений внесите в таблицу:

№	F, Н	m, кг	s, м	t, с	a, м/с ²

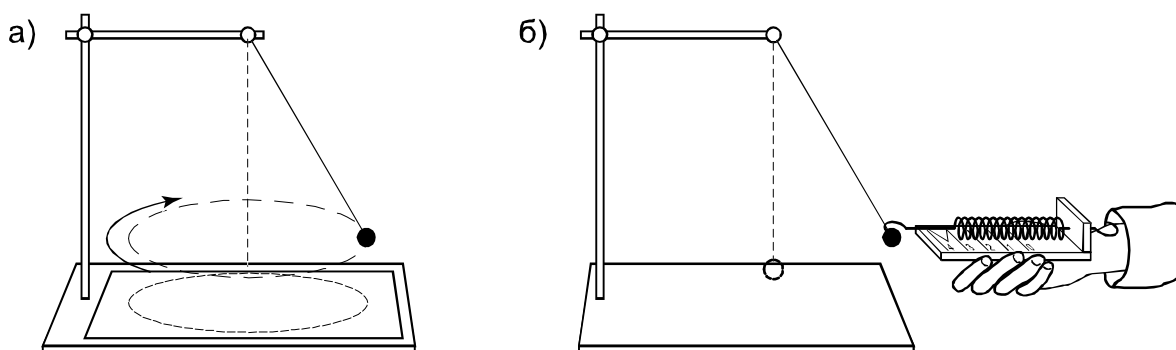
ВЫВОД: (зависимость между ускорением и массой при постоянной силе)

Лабораторная работа №3

Изучение движения тел по окружности под действием силы тяжести и упругости

Цель: определить центростремительное ускорение шарика при его равномерном движении по окружности.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, лента измерительная, циркуль, динамометр лабораторный, весы с разновесами, шарик на нити, лист бумаги, линейка, пробка.



Подготовительные вопросы:

1. Какие две силы действуют на конический маятник?

2. Равнодействующая этих сил сообщает маятнику...

3. Модуль данного ускорения можно определить по формуле:

4. Период вращения – это ...

ХОД РАБОТЫ

1. Определите массу шарика на весах с точностью до 1 г.
2. Шарик, подвешенный на нити, закрепите в лапке штатива, используя кусок пробки.
3. Вычертите на листе бумаги окружность радиусом 20 см.
4. Штатив с маятником расположите так, чтобы продолжение нити проходило через центр окружности.
5. Взяв нить пальцами у точки подвеса, приведите маятник во вращательное движение над листом бумаги так, чтобы шарик описывал такую же окружность, как и начерченная на бумаге.
6. Измерьте время 20 полных оборотов маятника.
7. Рассчитайте период обращения маятника по формуле: $T = \frac{t}{N}$
8. Рассчитайте значение центростремительного ускорения.

$$a = 4\pi^2 R / T^2$$

9. Определите высоту конического маятника. Для этого измерьте расстояние по вертикали от центра шарика до точки подвеса.
10. Рассчитайте значение центростремительного ускорения $a = gR / h$
11. Оттяните горизонтально расположенным динамометром шарик на расстояние, равное радиусу окружности, и измерьте модуль равнодействующей силы.
12. Используя второй закон Ньютона, рассчитайте значение центростремительного ускорения.

$$a = \frac{F}{m}$$

13. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

Номер опыта	R, м	N	t, с	T, с	h, м	m, кг	F, Н	$a_n = 4\pi^2 R / T^2$, м/с ²	$a_n = gR / h$, м/с ²	$a_n = F / m$, м/с ²

ВЫВОД:

(сравните полученные три значения модуля центростремительного ускорения, объясните полученный результат)

Лабораторная работа №4

Исследование упругого столкновения тел

Цель: на опыте убедиться в справедливости закона сохранения импульса.

Оборудование: штатив, весы с разновесами, линейка, 2 стальных шара разной массы на длинных подвесах.

Подготовительные вопросы:

1. Что называют импульсом тела?

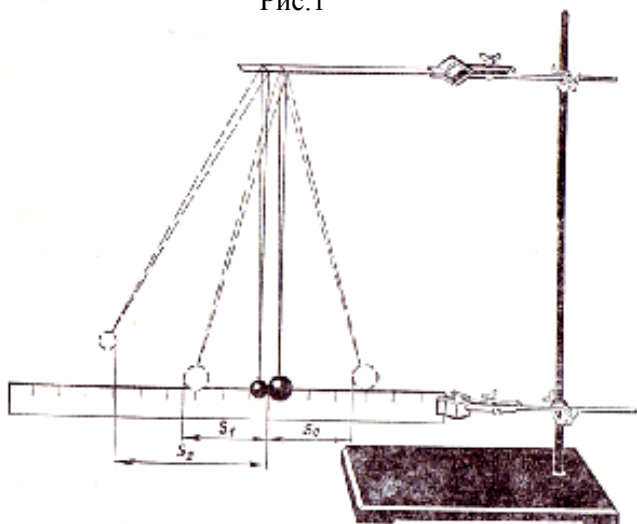
2. Сформулируйте закон сохранения импульса

3. При каких условиях выполняется закон сохранения импульса?

4. Математическая запись закон сохранения импульса

ХОД РАБОТЫ

Рис.1



1. Определите массу шаров на весах и измерьте длину их подвеса.
2. Соберите установку по рис.1
3. Отведите большой шар на 5-7см (s_0) в сторону и отпустите его, произведя прямой удар по другому шару. Заметьте максимальные отклонения шаров после удара s_1 и s_2 .
4. Определите скорости шаров до и после удара:

$$mgh = \frac{mv^2}{2}; \quad v = \sqrt{2gh}$$

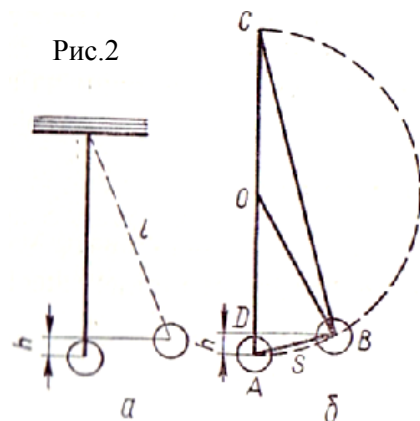
5. Высоту подъема шара определите по максимальному отклонению s от положения равновесия (см. рис.2).

$$AB^2 = AC \cdot AD$$

$$s^2 = 2lh, \quad h = \frac{s^2}{2l}$$

Тогда скорости шаров:

Рис.2



$$v_{01} = s_0 \times \sqrt{gl} , \quad v_{11} = s_1 \times \sqrt{gl} , \quad v_{21} = s_2 \times \sqrt{gl}$$

6. Вычислите импульсы шаров до и после взаимодействия.

7. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

m_1 , кг	m_2 , кг	h , м	t , с	l_{01} , м	l_1 , м	l_2 , м	v_{01} , м/с	v_1 , м/с	v_2 , м/с	p_{01} , кг·м/с	p_1 , кг·м/с	p_2 , кг·м/с

ВЫВОД:

Лабораторная работа № 5

Сохранение механической энергии при движении тела под действием сил тяжести и упругости

Цель: научиться измерять потенциальную энергию поднятого над землей тела и упругодеформированной пружины, сравнивать два значения потенциальной энергии системы.

Оборудование: штатив с муфтой и лапкой, динамометр лабораторный с фиксатором, лента измерительная, груз на нити длиной около 25 см.

Подготовительные вопросы:

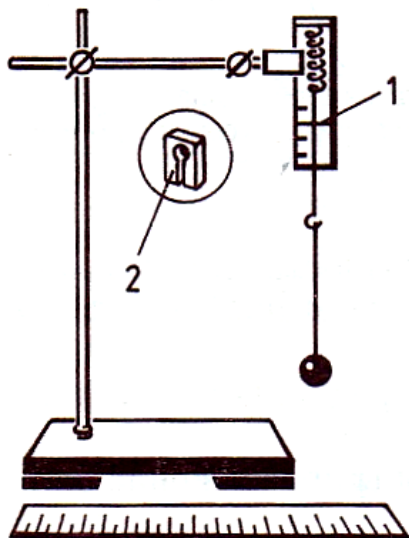
1. Определение, обозначение, направление, единицы измерения силы тяжести в СИ

2. Определение, обозначение, направление, единицы измерения силы упругости в СИ

3. Сформулируйте закон сохранения механической энергии

ХОД РАБОТЫ

Рис.1



1. Соберите установку по рис.1.
2. Фиксатор 2 – пластину из пробки, надрезают ножом до середины и насаживают на проволоочный стержень динамометра. Фиксатор должен перемещаться вдоль стержня с малым трением.
3. Проверьте работу фиксатора: установите фиксатор в нижней части проволоочного стержня вплотную к ограничительной скобе динамометра. Растяните пружину динамометра до упора. Отпустите стержень. При этом фиксатор вместе со стержнем поднимается вверх, отмечая максимальное удлинение пружины.

4. Привяжите груз к нити, другой конец нити привяжите к крючку динамометра и измерьте вес груза $F_1 = mg$ (можно использовать массу груза, если она известна).
5. Измерьте расстояние l от крючка динамометра до центра тяжести груза.
6. Поднимите груз до высоты крючка динамометра и отпустите его. Поднимая груз, расслабьте пружину и укрепите фиксатор около ограничительной скобы.
7. Снимите груз и по положению фиксатора измерьте линейкой максимальное удлинение пружины Δl .
8. Растяните рукой пружину до соприкосновения фиксатора с ограничительной скобой и отсчитайте по шкале максимальное значение модуля силы упругости пружины. Среднее значение силы упругости равно $\frac{F}{2}$.
9. Найдите высоту падения груза: $h = l + \Delta l$.
10. Вычислите потенциальную энергию системы в первом положении груза, т.е. перед началом падения, приняв за нулевой уровень значение потенциальной энергии груза в конечном его положении: $E_p' = mgh = F_1(l + \Delta l)$.
11. В конечном положении груза его потенциальная энергия равна нулю. Потенциальная энергия системы в этом состоянии определяется лишь энергией упруго деформированной пружины:

$$E_p'' = \frac{k\Delta l^2}{2} = \frac{F \cdot \Delta l}{2}$$

Вычислите ее.

12. Результаты измерений и вычислений внесите в таблицу:

$F_1 = mg$	l	Δl	F	$h = l + \Delta l$	$E_p' = F_1(l + \Delta l)$	$E_p'' = \frac{F \cdot \Delta l}{2}$

ВЫВОД: (сравните значения потенциальной энергии в первом и во втором состояниях системы)

Лабораторная работа №6

Сравнение работы силы с изменением кинетической энергии тела

Цель: на опыте убедиться в справедливости теоремы о кинетической энергии, исследуя работу силы упругости.

Оборудование: 2 штатива лабораторных с муфтами и лапками, динамометр, шар, нитки, линейка, весы с разновесами.

Подготовительные вопросы:

1. Какие тела обладают кинетической энергией?

2. От чего зависит кинетическая энергия тела?

3. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии тела

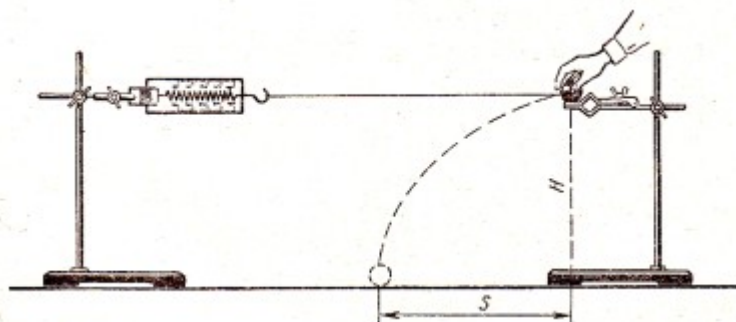
ХОД РАБОТЫ

1. Соберите установку по рис.1: укрепите горизонтально в лапке 1 штатива динамометр и лапку для шара на втором штативе на высоте $h = 40$ см от поверхности стола.
2. Определите массу шара с помощью рычажных весов.
3. К шару привяжите нить длиной 60-80 см. Закрепите шар в лапке 2-го штатива, зацепив нить за крючок динамометра 1-го штатива.
4. 2-й штатив вместе с шаром расположите от 1-го штатива на таком расстоянии, чтобы на шар действовала сила упругости $F_{\text{упр}} = 2$ Н (показания динамометра).
5. Отпустите шар с лапки и отметьте место его падения на столе. Опыт повторите 2-3 раза и определите среднее значение дальности полёта шара s .
6. Определите модуль скорости шара, приобретённой под действием силы упругости, используя формулы:

$$v = \frac{s}{t}, \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}, \quad v = \frac{s\sqrt{g}}{\sqrt{2h}}$$

7. Под действием силы упругости шар приобретает скорость v , а его кинетическая энергия изменяется от 0 до $\frac{mv^2}{2}$, тогда для вычисления изменения кинетической энергии воспользуемся формулой:

$$\Delta E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{ms^2g}{4h}$$



8. Сила упругости во время действия на шар изменяется линейно от $F_{\text{упр1}} = 2 \text{ Н}$ до $F_{\text{упр2}} = 0 \text{ Н}$. среднее значение силы упругости равно:

$$F_{\text{упр ср}} = \frac{F_{\text{упр1}} + F_{\text{упр2}}}{2} = \frac{F_{\text{упр1}}}{2}$$

9. Измерьте деформацию пружины динамометра x при силе упругости 2 Н .

10. Вычислим работу A силы упругости, используя формулу: $A = F_{\text{упр ср}} \cdot x$

$$A = \frac{1}{2} F_{\text{упр1}} \cdot x$$

11. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

m, кг	h, м	s, м	$\Delta E_{\text{к}}$, Дж	$F_{\text{упр ср}}$, Н	x, м	A, Дж

ВЫВОД:

(сравните полученные значения работы A силы упругости и изменения кинетической энергии $\Delta E_{\text{к}}$ шара).

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Лабораторная работа №7

Измерение влажности воздуха

Цель: измерить относительную влажность воздуха при помощи термометра.

Оборудование: термометр лабораторный (до 100°C), кусочек марли или ваты, сосуд с водой комнатной температуры, психрометрическая таблица.

Подготовительные вопросы:

1. Что называют относительной влажностью воздуха?

2. Как рассчитать относительную влажность воздуха?

3. С помощью каких приборов определяют влажность воздуха?

ХОД РАБОТЫ

1. Измерьте температуру воздуха в классе: $t_{\text{сух}}$
2. Смочите кусочек марли или ваты в стакане с водой и оберните им резервуар термометра. Подержите влажный термометр некоторое время в воздухе. Как только понижение температуры прекратится, запишите его показания: $t_{\text{вл}}$
3. Найдите разность температур «сухого» и «влажного» термометров и с помощью психрометрической таблицы определите относительную влажность воздуха в классе.
4. Результаты измерений и вычислений запишите в таблицу:

$t_{\text{сух}}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{вл}}, ^{\circ}\text{C}$	$\Delta t, ^{\circ}\text{C}$	$\varphi, \%$

ВЫВОД: _____

Контрольные вопросы:

1. Почему температура «влажного» термометра ниже, чем «сухого»?

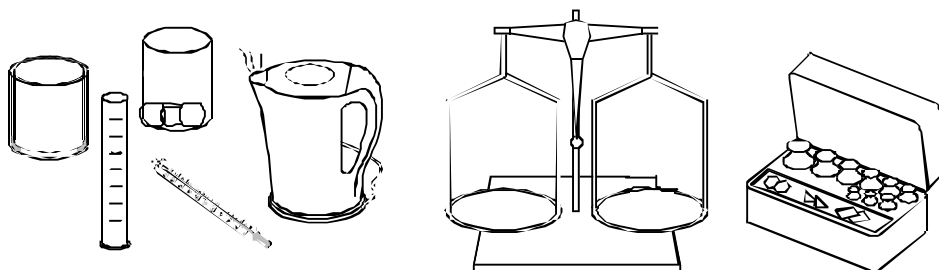
2. В каком случае температура «влажного» термометра будет равна температуре «сухого»?

Лабораторная работа №8

Измерение удельной теплоты плавления льда

Цель: измерить удельную теплоту плавления льда.

Оборудование: калориметр, термометр, весы и разновесы, стеклянный стакан, лёд, сосуд с горячей водой, мензурка.



ХОД РАБОТЫ

1. Налейте в калориметр 100 мл горячей воды. Определите ее массу: $m_1 =$
2. Измерьте начальную температуру горячей воды в калориметре: $t_2 =$
3. Измерьте массу кусочка льда и поместите его в стеклянный стакан: $m_2 =$
4. Опустите термометр в стакан со льдом, а его в калориметр с горячей водой. Наблюдайте за изменением температуры воды и за таянием льда.
5. Измерьте температуру воды в калориметре в тот момент, когда весь лёд растает: $t_1 =$
6. Рассчитайте количество теплоты, отданное горячей водой в калориметре ($c = 4200 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$).

$$Q_1 = cm (t_2 - t_1)$$

7. Зная, что при теплообмене количество теплоты, отданное горячей водой, равно количеству теплоты, необходимому для плавления льда, можно записать:

$$Q_1 = Q_2, \text{ где } Q_2 = m \lambda$$

8. Рассчитайте удельную теплоту плавления льда. Сравните полученный результат с табличными данными.

$$\lambda = Q_2 / m$$

9. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

$m_1, \text{ кг}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	$m_2, \text{ кг}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$Q_1 = cm (t_2 - t_1),$ Дж	$\lambda = Q_2 / m,$ Дж/кг

ВЫВОД: _____

Лабораторная работа №9

Измерение поверхностного натяжения жидкости

Цель работы: убедиться в существовании поверхностного натяжения жидкости и исследовать зависимость поверхностного натяжения жидкости от природы граничащих сред.

Оборудование: 1) три кристаллизатора; 2) сосуд с дистиллированной водой; 3) мыльный раствор воды; 4) раствор сахара в воде; 5) две чистые пипетки; 6) две тонкие лучинки (спички «без головок»); 7) пробирка с крошками пробками.

Подготовительные вопросы:

1. Какими свойствами обладает поверхностный слой жидкости?

2. Что называется поверхностным натяжением жидкости?

3. Какую форму принимают капли жидкости в условиях невесомости? Почему?

ХОД РАБОТЫ

1. Налейте в один из кристаллизаторов дистиллированную воду. На её поверхность насыпьте крошки натёртой пробки так, чтобы они ровным слоем покрыли поверхность. С помощью чистой пипетки введите на середину поверхности воды небольшую каплю мыльного раствора. Зарисуйте то, что вы наблюдаете. Как при этом ведут себя частички пробки?

2. Налейте во второй кристаллизатор дистиллированную воду. На середину её поверхности положите небольшую лучину. С помощью пипетки введите вблизи лучинки раствор мыла. Зарисуйте то, что вы наблюдаете. Как при этом поведёт себя лучинка?

3. Налейте в третий кристаллизатор дистиллированную воду. На середину её поверхности положите небольшую лучину. С помощью чистой пипетки введите вблизи лучинки раствор сахара. Зарисуйте то, что вы наблюдаете. Как при этом поведёт себя лучинка?

4. Результаты наблюдений занесите в таблицу:

5.

№ опыта	Среда	Схематический рисунок	Наблюдения	Объяснение наблюдаемого
1	вода дистиллированная, крошки пробки, раствор мыла			

2	вода дистиллированная, лучина, раствор мыла			
3	вода дистиллированная, лучина, раствор сахара			

ВЫВОД:

Контрольные вопросы:

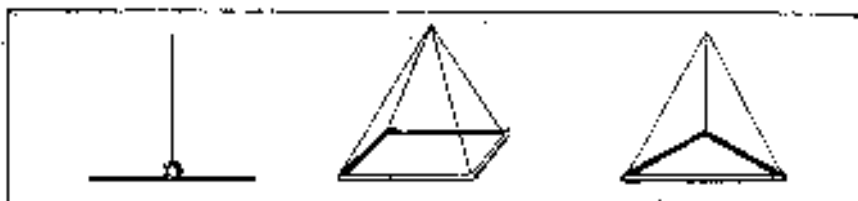
1. Как изменится сила поверхностного натяжения воды при растворении в ней мыла? Где это используется?

2. Как изменится сила поверхностного натяжения воды при растворении в ней сахара?

ВАРИАНТ №2

Приборы и материалы: весы с гирями, стакан, штатив, пробирка с песком, штангенциркуль или измерительная линейка с миллиметровыми делениями, лист бумаги, проволочка или проволочная рамка на нитях (рис. 1).

Рис. 1



ХОД РАБОТЫ

1. Зажать весы в лапке штатива.
2. Привязать к одной из чашек весов нить с подвешенной проволочкой или рамкой и уравновесить весы песком (песок сыпать на лист бумаги, положенный на чашку).
3. Добиться горизонтального положения проволочки или рамки.
4. Под чашкой установить стакан с дистиллированной водой так, чтобы поверхность воды находилась от проволочки на расстоянии 1-2 см.
5. Осторожно опустить проволочку или рамку так, чтобы она, коснувшись поверхности воды, «прилипла» к ней.
6. Очень осторожно добавлять песок до «отрыва» проволочки или рамки с поверхности воды.
7. Осушить проволочку или рамку фильтровальной бумагой и вновь уравновесить весы, но уже при помощи гирь.
8. Измерить штангенциркулем или масштабной линейкой длину проволочки (периметр рамки).
9. Вычислить коэффициент поверхностного натяжения воды по формуле

$$\sigma = \frac{mg}{2\ell}$$

где m — масса гирь, g — ускорение свободного падения, ℓ — длина проволочки или периметр рамки.

10. Повторить измерение несколько раз и найти среднее значение коэффициента поверхностного натяжения. Сравнить полученный результат с табличным значением.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Лабораторная работа №10

Измерение электрического сопротивления с помощью омметра

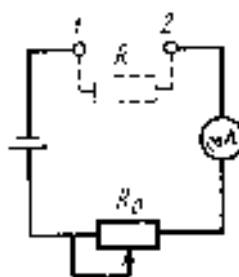
Цель: определить сопротивление электрической лампы с помощью омметра

Оборудование: омметр, источник постоянного тока, электрическая лампа.

Указания к работе:

Электрическое сопротивление измеряют специальным измерительным прибором — омметром. Принцип действия простейшего омметра основан на использовании источника тока с постоянным значением напряжения и микроамперметра со специально проградуированной шкалой. Микроамперметр включается последовательно с источником тока и резистором R_0 (см. рис.1).

Рис.1



Значение электрического сопротивления этого резистора таково, что стрелка измерительного прибора отклоняется до крайнего правого деления шкалы, если клеммы прибора замкнуть накоротко. Поэтому на шкале омметра нулевое деление находится справа, а крайнее левое деление, в котором стрелка находится при разомкнутой цепи, обозначено знаком « ∞ » (бесконечность) (рис.2).



Рис.2

При включении между клеммами 1, 2 (выводами омметра) резистора с некоторым электрическим сопротивлением R сила тока в цепи омметра уменьшается. Шкала омметра градуируется таким образом, что по отклонению стрелки омметра можно определить значение электрического сопротивления резистора, включенного последовательно с омметром.

При использовании в омметре в качестве источника постоянного тока батареи гальванических элементов, напряжение на выходе батареи со временем изменяется. Для поддержания постоянного значения напряжения в измерительной цепи в омметре имеется переменный резистор R_0 . Перед выполнением измерений с помощью омметра необходимо проверить установку нуля прибора. С этой целью выводы омметра

закорачиваются (соединяются друг с другом). Стрелка прибора при этом должна установиться на нулевом делении.

Если стрелка омметра уходит вправо или влево от нулевого деления шкалы, необходимо вращением ручки «Установка нуля» установить стрелку на нуль.

Абсолютную погрешность измерений с помощью омметра можно считать примерно равной цене деления шкалы в той ее части, где производится отсчет показаний.

Современные измерительные приборы отличаются от старых цифровой индикацией. В отличие от аналоговых они не требуют перевода показаний прибора в числовую форму, а сразу дают её сами.

ХОД РАБОТЫ

1. Измерьте электрическое сопротивление нити лампы с помощью омметра и оцените границы погрешностей измерений.
2. Соберите электрическую цепь из источника постоянного тока, электрической лампы. Подайте на лампу ее номинальное напряжение. Измерьте электрическое сопротивление нити лампы.
3. Сравните результаты измерений электрического сопротивления.

ВЫВОД:

Лабораторная работа №11

Измерение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока

Цель: научиться измерять ЭДС источника тока и косвенными измерениями определять его внутреннее сопротивление.

Оборудование: источник тока, амперметр, вольтметр, реостат, ключ, провода.

Подготовительные вопросы:

1. Какие силы принято называть сторонними?

2. Какую функцию они выполняют в источнике тока?

3. Какую силу называют электродвижущей?

4. Как вычислить ЭДС источника тока через закон Ома для полной цепи?

ХОД РАБОТЫ

Собрать цепь по схеме, изображенной на рис.1.

1. При разомкнутой цепи измерить ЭДС источника вольтметром, $\varepsilon_{пр}$

2. Снять показания амперметра и вольтметра при замкнутом ключе и вычислить внутреннее сопротивление источника тока $r_{пр}$, используя закон Ома для полной цепи:

$$r_{пр} = \varepsilon_{пр} - U_{пр} / I_{пр}$$

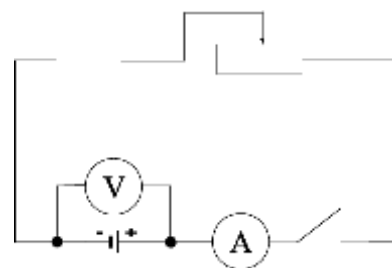


Рис.1

3. Выполнить оценку абсолютной и относительной погрешностей измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока, используя данные о классе точности приборов. Результаты измерений и вычислений занести в таблицу:

№ опыта	Измерено			Вычислено											
	$U_{пр},$ В	$I_{пр},$ А	$\varepsilon_{пр},$ В	$\Delta_{и}U,$ В	$\Delta_{о}U,$ В	$\Delta U,$ В	$\varepsilon_U,$ %	$\varepsilon_{\varepsilon},$ %	$r_{пр},$ Ом	$\Delta_{и}I,$ А	$\Delta_{о}I,$ А	$\Delta I,$ А	$\varepsilon_I,$ %	$\varepsilon_r,$ %	$\Delta r,$ Ом
Измерение ε															
Измерение r															

4. Максимальные погрешности измерений внутреннего сопротивления источника тока определите по формулам:

$$\varepsilon_r = (\Delta \varepsilon + \Delta U / \varepsilon_{\text{пр}} - U_{\text{пр}}) + \Delta I / I_{\text{пр}},$$

$$\Delta r = r_{\text{пр}} \varepsilon_r$$

5. Запишите окончательный результат в виде:

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{пр}} \pm \Delta \varepsilon, \quad \varepsilon \varepsilon = \dots \%$$

$$r = r_{\text{пр}} \pm \Delta r, \quad \varepsilon r = \dots \%$$

ВЫВОД _____

Контрольные вопросы:

1. Почему показания вольтметра и амперметра при разомкнутом и замкнутом ключе различны?

2. Как повысить точность измерения ЭДС источника тока?

3. Можете ли вы предложить другие способы измерения ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока?

Лабораторная работа №12

Измерение элементарного заряда

Цель: измерить величину элементарного заряда методом электролиза.

Оборудование: сосуд с раствором медного купороса; медные электроды; весы с разновесами; амперметр; источник постоянного напряжения; часы; реостат; ключ; электрическая плитка; соединительные провода.

Подготовительные вопросы:

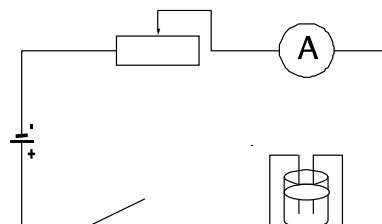
1. Какие частицы осуществляют перенос электрического заряда в растворах и расплавах электролитов?

2. Какой процесс называют электролизом?

3. Сформулируйте закон электролиза Фарадея. Запишите его математическое выражение.

ХОД РАБОТЫ

1. Используя весы, определите массу m_1 катода, предварительно сделав на его верхней части риску, чтобы в дальнейшем не перепутать с анодом. Укрепите электроды в держателе и, не вставляя их в сосуд с раствором медного купороса, соберите электрическую цепь по схеме согласно рисунку.



2. Опустите электроды в сосуд с электролитом, замкните ключ, установите с помощью реостата силу тока в цепи не более 1 А. Процесс электролиза проводите в течение 20 мин, поддерживая с помощью реостата силу тока в цепи неизменной. По окончании опыта разомкните ключ, выньте и обсушите над электроплиткой медный катод и взвесьте его, определив массу m_2 .

3. Определите массу выделившейся на катоде меди $m = m_2 - m_1$.

4. Вычислите элементарный заряд, воспользовавшись формулой, полученной из закона электролиза: $e = M I t / m n N_a$, где M – молярная масса меди, n – валентность меди, N_a – постоянная Авогадро, I – сила тока, прошедшего через раствор электролита, t – время прохождения тока.

5. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу:

m_1 , г	m_2 , г	m , г	M , г/моль	n	I , А	t , с	e , Кл

6. Сравните полученное значение элементарного заряда с табличным значением заряда электрона.

ВЫВОД

Контрольные вопросы:

1. Можно ли, используя данный метод измерения элементарного заряда, повысить точность результата? Как?

2. Почему дистиллированная вода не проводит электрический ток?

Лабораторная работа №13

Измерение магнитной индукции

Цель: измерить индукцию однородного магнитного поля, пронизывающего контур в плоскости перпендикулярной индукции.

Оборудование: магнит дугообразный, катушка, гальванометр, омметр, линейка измерительная.

Указания к работе:

Индукцию однородного магнитного поля B можно определить путем измерения магнитного потока Φ , пронизывающего контур с площадью S , в плоскости, перпендикулярной индукции B :

$$\Phi = BS$$

Для измерения магнитного потока можно воспользоваться явлением электромагнитной индукции: при быстром удалении контура из магнитного поля магнитный поток, пронизывающий его, изменяется от величины Φ до 0. Величина ЭДС индукции, возникающей при этом в контуре, определяется выражением:

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{BS}{\Delta t}$$

При удалении из магнитного поля катушки, содержащей N витков, величина ЭДС индукции в ней в N раз больше, чем в контуре:

$$\mathcal{E} = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = N \frac{BS}{\Delta t}$$

Если концы катушки замкнуты на гальванометр, то при удалении катушки из магнитного поля постоянного магнита в ее цепи протекает индукционный ток I .

Разделив обе части уравнения на величину полного сопротивления цепи R получим:

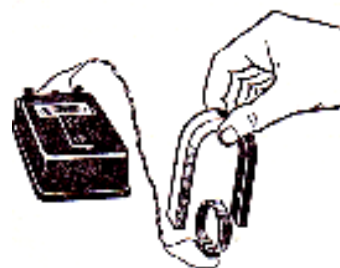
$$\frac{\mathcal{E}}{R} = I = \frac{NBS}{R \cdot \Delta t}, \quad \text{или} \quad I \cdot \Delta t = \Delta q = \frac{NBS}{R},$$

$$B = \frac{\Delta q R}{NS}$$

ХОД РАБОТЫ

1. Измерьте диаметр катушки, вычислите площадь S ее поперечного сечения, определите число витков в ней.

2. Присоедините выводы катушки в зажимам гальванометра, введите катушку в магнитное поле постоянного магнита, расположив ее плоскость перпендикулярно линиям индукции (см. рис.).



3. Быстро удалите магнит и заметьте число делений n , на которое отклоняется стрелка гальванометра по шкале. Повторите опыт 3 раза и определите среднее значение $n_{\text{ср}}$ и величину заряда Δq , протекающего в цепи катушки.

4. За полное сопротивление цепи возьмите сопротивление включенного в цепь резистора, т.к. сопротивление катушки и гальванометра малы по сравнению с сопротивлением резистора.

5. Вычислите индукцию магнитного поля (см. выше).

6. Результаты измерений и вычислений внесите в таблицу:

$D, \text{ м}$	$S, \text{ м}^2$	N	$n_{\text{ср}}$	$\Delta q, \text{ Кл}$	$B, \text{ Тл}$

ВЫВОД:

Лабораторная работа №14

Определение спектральных границ чувствительности человеческого глаза

Цель: используя дифракционную решётку с известным периодом, определить спектральные границы чувствительности вашего глаза.

Оборудование: прибор для определения длины световой волны; дифракционная решётка (период 0,01 мм); лампа накаливания.

Указания к работе:

Из всех электромагнитных волн (от радиоволн с длинами волн, измеряемыми километрами и кончая гамма-излучением с длиной волны $\lambda < 10^{-10}$ м) человеческий глаз способен воспринимать лишь электромагнитные излучения, называемые видимым светом. Границы области видимого можно определить с помощью дифракционной решётки и лампы накаливания. Нить лампы накаливания, нагретая до высокой температуры, испускает электромагнитные волны с различной длиной волны, спектр излучения сплошной.

Дифракционная решётка представляет собой совокупность большого числа очень узких параллельных щелей, разделённых непрозрачными промежутками. Если на дифракционной решётке имеется 100 штрихов на 1 мм, то период, или постоянная, дифракционной решётки $d=0,01$ мм.

На рис 1 представлена схема хода лучей через решётку. Лучи, проходящие через решётку перпендикулярно её плоскости, попадают в зрачок наблюдателя и образуют на сетчатке глаза обычное изображение источника света. Лучи, огибающие края щелей решётки, имеют некоторую разность хода, которая зависит от угла α . Если эта разность равна длине волны λ или $k\lambda$, где k – целое число, то каждая такая пара лучей образует на сетчатке изображение источника, цвет которого определяется соответствующей длиной волны λ .

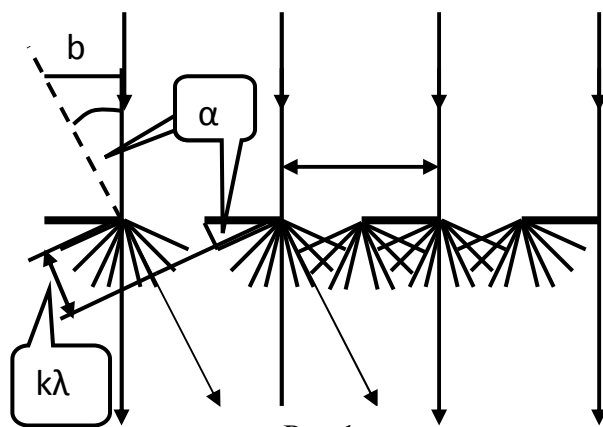


Рис 1

Смотря сквозь решётку на источник света, наблюдатель, кроме этого источника, видит расположенные симметрично по обе стороны от него дифракционные спектры. При таком способе наблюдения спектра роль линзы, собирающей в одну точку параллельный пучок световых лучей, идущих под углом α от дифракционной решётки, выполняет оптическая система глаза человека, а роль экрана, на котором получается спектр, выполняет сетчатка глаза.

Ближайшая пара спектров ($1^{\text{го}}$ порядка) соответствует разности хода лучей, равной λ для соответствующего цвета. Более удалённая пара спектров ($2^{\text{го}}$ порядка) соответствует разности хода лучей, равной 2λ , и т. д

Как видно из рис 1,

$$\lambda = \frac{d \sin \alpha}{k},$$

где d – известный период решётки, а k – порядок спектра.

Значит, чтобы определить длину волны, соответствующей линии определенного цвета, достаточно найти $\sin \alpha = \frac{b}{c}$.

Поскольку углы, под которыми наблюдают границы спектров для решётки с $d=0,01$ мм, не превышают 4° , вместо синусов можно использовать значения тангенсов, т.е. $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{a}$.

Для определения указанного выше отношения служит прибор, изображённый на рисунке 2. Это линейка, разделённая на миллиметры. На одном её конце находится чёрный экран, который можно перемещать вдоль линейки. Посередине экрана имеется прорезь. На другом конце линейки закреплена дифракционная решётка.

Смотря сквозь решётку и прорезь на источник света, наблюдатель увидит на чёрном фоне экрана по обе стороны от прорези дифракционные спектры $1^{\text{го}}$, $2^{\text{го}}$ и т.д. порядков.

Расстояние a отсчитывают по линейке от решётки до экрана, расстояние b – от прорези до линии спектра определяемой длины волны.

ХОД РАБОТЫ

1. Поместите дифракционную решётку в рамку прибора. Включите лампу и расположите её за экраном со щелью.
2. Смотря сквозь дифракционную решётку, направьте прибор на источник света так, чтобы он был виден сквозь прицельную щель щитка. При этом по обе стороны щитка на чёрном фоне будут заметны дифракционные спектры нескольких порядков.
3. По шкале щитка, рассматриваемой через решётку, определите красную и фиолетовую границы спектров $1^{\text{го}}$ и $2^{\text{го}}$ порядков.
4. По делениям линейки определите расстояние от дифракционной решётки до шкалы.
5. Результаты измерений занесите в таблицу.

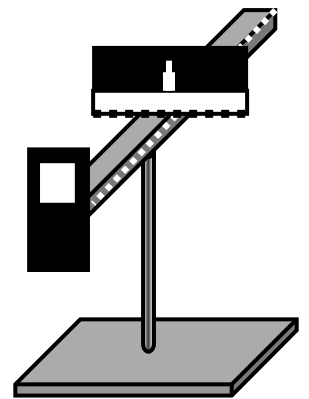


Рис 2.

Порядок спектра	Постоянная решётки	Расстояние от решётки до шкалы	Границы спектра		Длина световой волны	
			К	Ф	К	Ф
$1^{\text{го}}$						
$2^{\text{го}}$						
$1^{\text{го}}$						
$2^{\text{го}}$						

6. Установите ползунок с экраном на другом расстоянии от решётки и повторите измерения.
7. Определите длину световой волны для красных и фиолетовых лучей по уравнению, приведённому выше.
8. Определите средние значения длины волны для красной и фиолетовой границ спектра.

ВЫВОД:

Контрольные вопросы:

1. Что называется периодом решётки?

2. Как образуется дифракционный спектр и чем он отличается от дисперсионного?

3. Как влияет период дифракционной решётки на расстояние между участками дифракционных спектров?

Лабораторная работа №15

Измерение показателя преломления стекла

Цель: определить экспериментально показатель преломления стекла.

Оборудование: стеклянная плоскопараллельная пластина, имеющая форму трапеции, металлический экран со щелью, лампочка, линейка

Указания к работе:

В работе измеряется показатель преломления стеклянной пластины, имеющей форму трапеции. На одну из параллельных граней пластины наклонно к ней направляют узкий световой пучок. Проходя через пластину, этот пучок света испытывает двукратное преломление. Источником света служит электрическая лампочка, подключенная через ключ к какому-либо источнику тока. Световой пучок создается с помощью металлического экрана со щелью. При этом ширина пучка может меняться за счет изменения расстояния между экраном и лампочкой.

Показатель преломления стекла относительно воздуха определяется по формуле

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

где α — угол падения пучка света на грань пластины из воздуха в стекло; β — угол преломления светового пучка в стекле.

Для определения отношения, стоящего в правой части формулы, поступают следующим образом. Перед тем как направить на пластину световой пучок, ее располагают на столе на листе миллиметровой бумаги (или листе бумаги в клетку) так, чтобы одна из ее параллельных граней совпала с предварительно отмеченной линией на бумаге. Эта линия укажет границу раздела сред воздух-стекло. Тонко очинённым карандашом проводят линию вдоль второй параллельной грани. Эта линия изображает границу раздела сред стекло-воздух. После этого, не смещая пластины, на ее первую параллельную грань направляют узкий световой пучок под каким-либо углом к грани. Вдоль падающего на пластину и вышедшего из нее световых пучков тонко очинённым карандашом ставят точки 1, 2, 3 и 4 (рис.1).

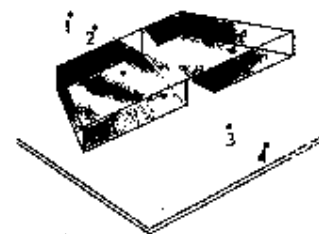


рис.1

После этого лампочку выключают, пластину снимают и с помощью линейки прочерчивают входящий, выходящий и преломленный лучи (рис.2). Через точку В границы раздела сред воздух—стекло проводят перпендикуляр к границе, отмечают углы падения α и преломления β . Далее с помощью циркуля проводят окружность с центром в точке В и строят прямоугольные треугольники АВЕ и СВД.

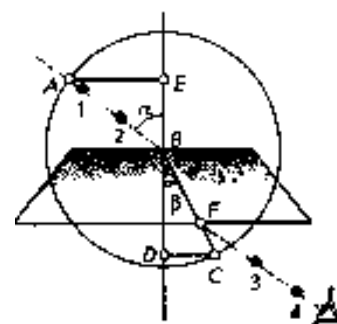


рис.2

Так как $\sin \alpha = AE/AB$, $\sin \beta = CD/BC$ и $AB = BC$, то формула для определения показателя преломления стекла примет вид

$$n_{\text{сп}} = AE/DC$$

Длины отрезков АЕ и DC измеряют по миллиметровой бумаге или с помощью линейки. При этом в обоих случаях инструментальную погрешность можно считать равной 1 мм. Погрешность отсчета надо взять также равной 1 мм для учета неточности в расположении линейки относительно края светового пучка.

Максимальную относительную погрешность ϵ измерения показателя преломления определяют по формуле

$$\epsilon = \Delta AE/AE + \Delta DC/DC$$

Максимальная абсолютная погрешность определяется по формуле

$$\Delta n = n_{\text{пр}} \epsilon$$

Окончательный результат измерения показателя преломления записывается так:

$$n = n_{\text{пр}} \pm \Delta n$$

ХОД РАБОТЫ

1. Подключить лампочку через выключатель к источнику тока. С помощью экрана со щелью получить тонкий световой пучок.
2. Измерить показатель преломления стекла относительно воздуха при каком-нибудь угле падения. Результат измерения записать в таблицу с учетом вычисленных погрешностей.

Измерено		Вычислено				
АЕ, мм	DC, мм	$n_{\text{пр}}$	ΔAE , мм	ΔDC , мм	ϵ , %	Δn

3. Повторить то же при другом угле падения. Сравнить полученные результаты по формулам

$$n_{1\text{пр}} - \Delta n_1 < n_1 < n_{1\text{пр}} + \Delta n_1$$

$$n_{2\text{пр}} - \Delta n_2 < n_2 < n_{2\text{пр}} + \Delta n_2$$

4. Сделать вывод о зависимости (или независимости) показателя преломления от угла падения

Лабораторная работа №16

Наблюдение линейчатых спектров

Цель: наблюдение сплошного спектра, выделение основных цветов спектра; наблюдать линейчатые спектры водорода, гелия и неона и выделение наиболее ярких линий спектров.

Оборудование: проекционный аппарат; спектральные трубки с водородом, неоном или гелием; высоковольтный индуктор; источник питания; штатив; соединительные провода, стеклянная пластина со скошенными гранями.

Подготовительные вопросы:

1. Какие виды спектров вы знаете?

2. В чём состоит главное отличие линейчатых спектров от непрерывных?

3. В чём состоит главное отличие линейчатых спектров от полосатых?

ХОД РАБОТЫ

1. Расположить пластину горизонтально перед глазом. Сквозь грани, составляющие угол 45° , наблюдать светлую вертикальную полосу на экране — изображение раздвижной щели проекционного аппарата.

2. Выделить основные цвета полученного сплошного спектра и записать их в наблюдаемой последовательности.

3. Повторить опыт, рассматривая полосу через грани, образующие угол 60° . Записать различия в виде спектров.

4. Наблюдать линейчатые спектры водорода, гелия или неона, рассматривая светящиеся спектральные трубки сквозь грани стеклянной пластины. Записать наиболее яркие линии спектров.

ВЫВОД

Контрольные вопросы:

1. Является ли спектр лампы накаливания непрерывным?

2. Как изменяется линейчатый спектр при увеличении плотности атомарного газа?
