

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
ЦЕНТР РАЗВИТИЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ТАШКЕНТСКИЙ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

«Утверждаю»
проректор по учебной
части С.У.Алиев
« » «_____»

«Методические указания по механике с применением
инновационных технологий»

Для студентов 1 курса

Ташкент-2014

Составители: Н.Х. Улугмурадов
З.И. Ахмеджанов
З.Б. Турсунова
Н.Б. Садыкова

Рецензент: кафедра физики и электротехники ТИТЛП,
доцент М.А. Фаттахов
кафедра биотехнологии ТашФарМИ,
доцент Ф.Х. Тухтаев

Учебно-методическое пособие обсуждалось на
центральной методическом совете Ташкентского
Фармацевтического института
2014 год “_____” _____ № _____ протокола

Учебно-методическое пособие утверждалось на ученом
совете Ташкентского Фармацевтического института
2014 год “_____” _____ № _____ протокола

Секретарь ученого совета

З.А. Юлдашев

ВВЕДЕНИЕ

Развитие медицинской науки и фармации в последние годы, характеризуется дальнейшим возрастанием роли современных количественных методов исследования, разнообразием электронной аппаратуры проникающей во все области фармации и медицины. Все это повышает требования к уровню физико-математической подготовки будущего врача и фармацевта. В описания работ не включались те теоретические сведения, которые можно найти в действующих учебниках. В практикуме уделено серьезное внимание технике безопасности, а также мерам по бережному отношению к аппаратуре.

В методичке описано 7 лабораторных работ.

Почти все работы носят исследовательский характер или связаны с изучением различного рода аппаратуры. В лабораторных работах, в которых изучение аппаратуры является основным содержанием, описание приборов и методов работы с ними сделано с учетом технических описаний приборов в заводских инструкциях.

ОСНОВНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ.

Нониус и микрометрический винт. Представим себе две линейки, сложенные вместе, как указано на рис. 1. Пусть цена деления (длина одного деления) верхней линейки равна l_1 , а цена деления нижней линейки – l_2 . Линейки образуют нониус, если существует такое число k , при котором

$$kl_2 = (k + 1)l_1 \quad (1)$$

У линейек, изображенных на рис. 1, $k = 4$. Верхний знак в формуле (1) относится к случаю, когда деления нижней линейки длиннее деления верхней, т. е. когда $l_2 > l_1$. В противоположном случае следует выбрать нижний знак. Будем для определенности считать, что $l_2 > l_1$. Величина

$$\delta = l_2 - l_1 = l_1/k = l_2/(k + 1) \quad (2)$$

называется точностью нониуса.

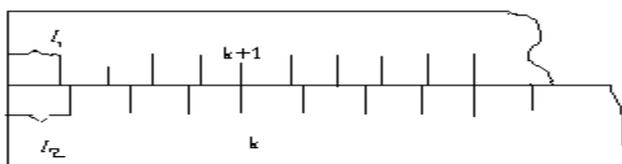


рис. 1.

В частности, если $l_1 = 1 \text{ мм}$, $k = 10$ то точность нониуса. $\delta = 0,1 \text{ мм}$. Как видно из *рис. 1*, при совпадении нулевых делений нижней и верхней шкал совпадают, кроме того, k -е деление нижней и $(k+1)$ -е деление верхней шкалы, $2k$ -е деление нижней и $2(k+1)$ -е деление верхней шкалы и т. д.

Начнем постепенно сдвигать верхнюю линейку вправо. Нулевую деления линеек разойдутся и с начало совпадут первые деления линеек. Это случится при сдвиге $l_2 - l_1$, равном точности нониуса δ . при двойном сдвиге совпадут вторые деления линеек и т. д. если совпали m -е деления, можно, очевидно, утверждать, что их нулевые деления сдвинуты на $m\delta$.

Высказанные утверждения справедливы в том случае, если сдвиг верхней линейки относительно нижней не превышает одного деления нижней линейки. При сдвиге ровно на деление (или несколько делений) нулевое деление верхней шкалы совпадает уже не с нулевым, а с первым (или n -м) делением нижней линейки. При небольшом дополнительном сдвиге с делением нижней линейки совпадает уже не нулевое, а первое деление и т. д.

В технических нониусах верхнюю линейку делают обычно короткой, так что совпадать с нижними может лишь одно из делений этой линейки. В дальнейшем мы всегда будем предполагать, что нониусная линейка является в этом смысле короткой.

Применим нониус для измерения длины тела A (рис.2). как видно из рисунка, в нашем случае длина L тела A равна

$$L = nl_2 + m\delta \quad (3)$$

($l_2 > l_1$). Здесь n – целое число делений нижней шкалы, лежащих влево от начала верхней линейки, а m – номер деления верхней линейки, совпадающего с одним из делений нижней шкалы (в том случае, если ни одно из делений верхней линейки не совпадает в точности с делениями нижней, в качестве m берут номер деления, которое ближе других подходит к одному из делений нижней шкалы).

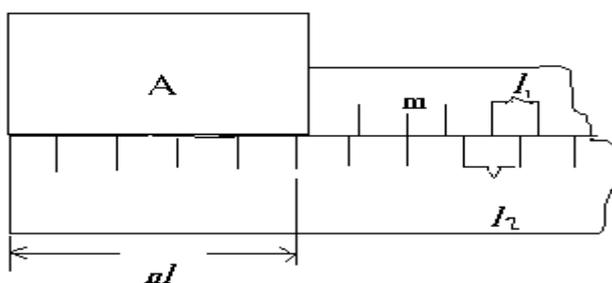


рис. 2.

Часто подвижная часть нониуса (верхняя линейка на рис. 1) имеет более крупные деления, т. е. $l_1 > l_2$. метод определения длины тела в этом случае рекомендуется найти самостоятельно.

Аналогичным образом можно строить не только линейные, но и угловые нониусы. Нониусами снабжаются штангенциркули (рис. 3), теодолиты и многие другие приборы.

При точных измерениях расстояний нередко применяют микрометрические винты – винты с малым и очень точно выдержанным шагом. Такие винты употребляются, например, в микрометрах (рис. 4). Один

поворот винта микрометра передвигает его стержень на 0,5 мм. Барабан, связанный со стержнем, разбит на 50 делений. Поворот на одно деление соответствует смещению стержня на 0,01 мм. С этой точностью обычно и производятся измерения с помощью микрометра.

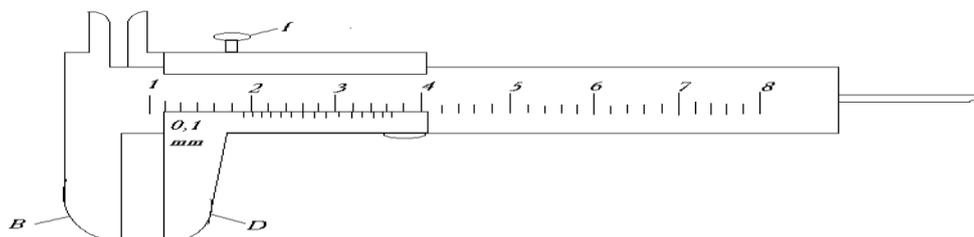


рис. 3.

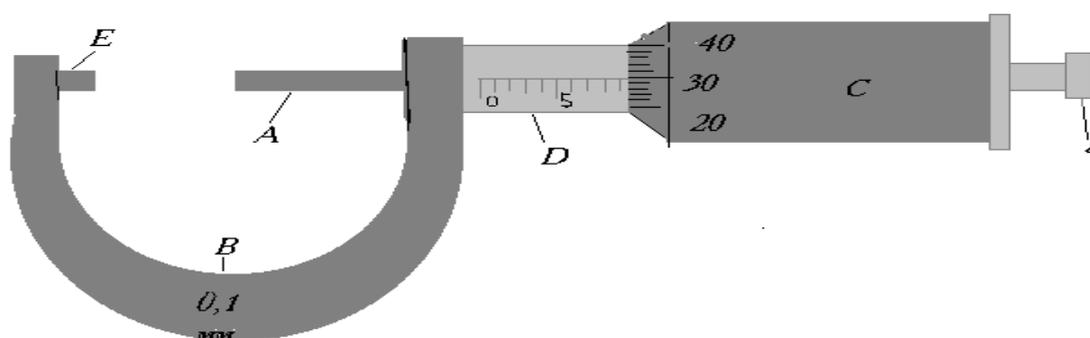


рис. 4.

Микрометрический винт. Микрометр.

Микрометрический винт применяется в точных измерительных приборах (микроскоп, микрометр) и позволяет проводить измерения до сотых долей миллиметра. Микрометрический винт представляет собой стержень, снабженный точной винтовой нарезкой. Высота **подъёма** винтовой нарезки за один оборот **называется шагом микрометрического винта**. Микрометр (рис.4) состоит из двух основных частей: скоба **В** и микрометрический винт **А**. Микрометрический винт проходит через отверстия скобы с внутренней резьбой, против микрометрического винта на скобе имеется упор. На микрометрическом винте закреплен полный цилиндр (барабан) с делениями по окружности. При вращении микрометрического винта барабан скользит по линейной шкале, нанесенной на стебле.

Для того, чтобы микрометрический винт **А** передвинулся на 1 мм, необходимо сделать два оборота барабана **С**. Таким образом, шаг микрометрического винта равен 0,5 мм. У того микрометра на барабане **С** имеется шкала, содержащая 50 делений. Так как шаг винта $v = 0,5 \text{ мм}$, а число делений барабана $m = 50$, то точность микрометра

$$v/m = 0,5/50 = 1/100 \text{ мм} \quad (4)$$

Числовое значение измеряемого предмета находят по формуле

$$L = kv + nv/m \quad (5)$$

Длина измеряемого тела равно целому числу k мм масштабной линейки, n – деление нониуса, которое совпадает с любым делением масштабной линейки.

Измерение штангенциркулем и обработка результатов измерения.

Штангенциркуль состоит из стальной миллиметровой линейки, с одной стороны, которая имеется неподвижная ножка. Вторая ножка имеет нониус и может перемещаться вдоль линейки. Когда ножки прикасаются, нуль линейки и нуль нониуса совпадает. Для того, чтобы измерить длину предмета, его помещают между ножками, которые двигают до соприкосновения с ножками предмета (без сильного нажима), и закрепляет винтом f . После этого делают отсчет по линейки и нониуса, вычисляют длину предмета по формуле (5).

Штангенциркулем измеряет высоту h и диаметр d цилиндра. Измерения производят следующим образом:

1. Цилиндр помещают между ножками B и D штангенциркуля (слегка зажав ножки) и закрепляют винт.
2. измеряют длину, диаметр цилиндра и производят отсчет по шкале линейки числа целых k мм, расположенных слева от нулевого деления нониуса и числа делений n шкалы нониуса, совпадающего с любым делением шкалы масштабной линейки. По формуле (5) делают отсчет. Измерения повторить три раза, слегка поворачивая цилиндр между ножками.
3. Вычисляют абсолютные и относительные ошибки измерений. Результаты измерений и вычислений записывают в таблицу результатов.

№	k (мм)	n	h (мм)	Δh (мм)	$\frac{\Delta h_{cp}}{h_{cp}} \cdot 100\%$	k (мм)	n	d (мм)	Δd (мм)	$\frac{\Delta d_{cp}}{d_{cp}} \cdot 100\%$
1.										
2.										
3.										
Сред.										

Измерение микрометром и обработка результатов измерений.

1. Измеряемый предмет (толстую проволоку или металлическую пластинку) помещают между упором E и концом микрометрического винта A .
2. Находят значения k и n по шкале стебля D барабана C . по формуле (5) производят отсчет искомых величин.

3. Измерения диаметра проволоки повторяют не менее пяти раз в различных местах.
4. Вычисляют абсолютную и относительную погрешность. Результаты измерения и вычислений записывают в таблицу.

№	k (м)	n	L (м)	ΔL (м)	$\frac{\Delta L_{cp}}{L_{cp}} \cdot 100\%$	k (м)	n	h (м)	Δh (м)	$\frac{\Delta h_{cp}}{h_{cp}} \cdot 100\%$	$L_{тс}$ (м)
1.											
2.											
3.											
4.											
5.											
Сред.											

Контрольные вопросы.

1. Что такое нониус? Как надо пользоваться с нониусом?
2. Для чего предназначен микрометр и штангенциркуль?
3. Расскажите принцип работы штангенциркуля?
4. Штангенциркуль чем отличается от микрометра?
5. Что называется шагом микрометра?

Методы обработки результатов измерений

Прибор может давать систематическую погрешность по ряду причин: изогнута стрелка прибора, гири со временем потеряли эталон и т.д. Такие погрешности либо увеличивают, либо уменьшают результат, т.е. они характеризуются постоянством знака. Сам метод исследования также может стать причиной системных погрешностей:

Так, например, даже при точном взвешивании на аналитических -весах результат искажается за счет выталкивающей силы Архимеда, по разному действующей на тело и гири. При электрических измерениях пренебрегают сопротивлением соединительных проводов и т.д.

2. СЛУЧАЙНОЙ ошибкой называют погрешность, которая вызывается действием не поддающихся контролю многочисленных, независимых факторов. К ним относятся например, физиологические измерения органов чувств экспериментатора, различные измерения в среде (температура, влажность и т.д.) значение случайной погрешности колеблется от одного измерения к другому, что делает невозможным точное предсказание, результата в каждом отдельном измерении.

3. ОШИБКИ (ПРОМАХИ). Ошибкой или промахом называют такую погрешность измерения, которая значительно больше ожидаемой при данных условиях, если ошибка допущена в одном измерении из нескольких, сделанных верно, то сравнивая их числовые значения полученных результатов, ее можно сразу обнаружить. Ошибка обязательно должна быть исключена из результатов измерений.

Итак, систематические погрешности можно устранить или учесть, промахи (ошибки) следует отбросить а случайные погрешности необходимо учитывать путем математической обработки результатов.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ И ИХ ВЫЧИСЛЕНИЕ.

Истинное значение физической величины абсолютно точно определить нельзя, т.к. под действием разных причин возникают погрешности измерений.

1. СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ называют такую погрешность, которая остается постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины. Такие погрешности появляются в следствии неисправности приборов, неточности метода исследования, а также при использовании для вычислений неточных формул, констант

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ.

Пусть проведено n измерений величины X и в результате получено n значений: $X_1, X_2, X_3, X_4... X_n$

1. Величина $X_{cp}=(X_1+X_2+X_3+X_4+...+X_n)/n$ называется средним арифметическим значением измеряемой величины.

2. Абсолютной погрешностью отдельного измерения X называется разность между средним значением и значением, полученным при данном измерении. Абсолютная погрешность характеризует качество отдельных измерений:

$|X_n| = |\Delta X_1| + ... + |\Delta X_n|$ Вычисление средней абсолютной погрешности. Она находится как среднее арифметическое абсолютных значений (модулей) абсолютных погрешностей отдельных измерений:

$$\Delta X_{cp} = (|\Delta X_1| + |\Delta X_2| + ... + |\Delta X_n|) / n$$

3. Вычисление относительной погрешности. Средняя абсолютная погрешность ΔX_{cp} не характеризует точность измерения. Для оценки точности, с которой определена измеряемая величина, используют понятие относительной погрешности:

$$\Delta X_1 / X_1 \text{ и } \Delta X_2 / X_2$$

Пример: при измерении бруска длиной $l=1,5$ см была допущена абсолютная погрешность $0,03$ мм, а при измерении расстояния

$R=3,64 \cdot 10^5$ км от Земли до Луны абсолютная погрешность составила 100 км, то может показаться, что первое измерение выполнено намного точнее второго. Однако, относительная погрешность показывает, что второе измерение было выполнено в 7 раз точнее первого.

4. Записываем окончательный результат:

Если ΔX_{cp} - средняя абсолютная погрешность, то она определяет пределы, в которых лежит истинное значение измеряемой величины.

Пример 2: При измерении диаметра стержня с помощью микрометра было сделано 4 измерения (табл. 1).

	d, mm	Δd , mm
1	7,32	0,014
2	7,85	0,054

3	7,89	0.046
4	7,80	
среднее	7,846	

Видно, что результат первого измерения резко отличается от результатов всех других измерений, поэтому исключаем его из дальнейших расчетов.

1. Вычисляем среднее арифметическое значение:

$$d_{cp} = (7,85 + 7,89 + 7,80) / 3 = 7,846$$

2. Вычисляем абсолютные погрешности отдельных измерений.

3. Вычисляем среднюю абсолютную погрешность.

4. Вычисляем относительную погрешность опыта.

5. Записываем окончательный результат.

Рассмотренный способ математической обработки используется в учебном процессе. В научных исследованиях для обработки результатов применяют теорию вероятностей и методы математической статистики. В этом случае вычисляется среднее квадратичное отклонение.

Некоторые понятия метрологии

Когда мы собираемся что-то измерить, то мы внедряемся в область **метрологии** – науки об измерениях физических величин и о способах обеспечения единства и требуемой точности этих измерений. И не только этим занимается метрология.

Существует еще законодательная метрология, которая разрабатывает правила и требует неукоснительного их соблюдения. Когда вы придете на свое производство, то будете постоянно находиться под контролем метрологических служб.

Итак, мы внедряемся в область метрологии, где существуют свои законы и понятия.

Физическая величина – это свойство, в качественном отношении общее многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта. Примеры: масса, длина, температура, напряженность электрического поля, период колебаний и др.

Конкретные проявления одной и той же физической величины называются **однородными величинами**. Например, размер ваших башмаков и расстояние от Земли до Луны однородные физические величины. Однородные физические величины отличаются друг от друга размером.

Размер физической величины – это количественное содержание в данном объекте свойства, соответствующего понятию "физическая величина". Под **единицей физической величины** понимают физическую величину, фиксированную по размеру и принятую в качестве основы для количественной оценки конкретных физических величин (метр, миля, ангстрем, фут, дюйм).

Размер физической величины не зависит от выбранной единицы, он остается неизменным при использовании различных единиц.

Единицы физических величин

Рассмотрим историю развития единиц измерения физических величин.

Самым древним является период, когда в качестве единиц использовались части человеческого тела. Так, в качестве единицы длины применяли:

- дюйм, в дословном переводе “большой палец” (2,54 см – длина сустава большого пальца);
- ладонь (ширина четырех пальцев без большого);
- фут (длина ступни, 0,3048 м).

Чем удобны такие единицы? Они всегда с тобой. Не нужно носить с собой измерительный прибор. Развернул кусок материи, прошел по нему ступней 48 размера, отсчитал, сколько футов, заплатил овцами – это были своеобразные деньги. И деньги удобные, их не надо носить в кармане. Сами ходят.

Второй период отличается от первого тем, что стали применяться сопряженные единицы. Миля – 1760 ярдов, ярд – 3 фута, фут – 12 дюймов.

В 17–18 вв. во всех европейских странах царил хаос в области применяемых единиц. Это мешало развитию торговых связей, промышленности, а также прогрессу в области естественных наук.

Метрическая система мер

В 1789 году крупнейшие торговые центры Франции обратились к правительству с просьбой установить единые меры для всей страны. 8 мая 1790 года Национальное собрание Франции приняло декрет о реформе мер. Парижская АН по предложению Ж. Лагранжа (1736 – 1813) рекомендовала установить десятичное подразделение кратных и дольных единиц. По предложению Ж. Борда, Ж. Кондорсе, П. Лапласа, Г. Монжа в качестве единицы длины была принята одна сорок миллионная часть длины Парижского земного меридиана. На основе этой единицы, названной метром (что в переводе означает мера), и была построена система мер, получившая название метрической системы мер. Декрет о новых мерах и весах был принят Конвентом Франции 7 апреля 1795 года.

Работы по определению размера метра измерениями длины дуги Парижского меридиана от Дюнкерка до Барселоны, начатые в 1792 г., были закончены к 1798 г. В 1799 г. были изготовлены платиновые прототипы метра и килограмма, переданные на хранение Национальному архиву Франции.

Со второй половины XIX в. метрическая система мер получила признание во многих странах Европы, Азии, Америки в качестве международной системы мер. 20 мая 1875 г. в Париже 17 государств подписали Метрическую конвенцию “для обеспечения международного единства измерений и усовершенствования метрической системы мер”.

В 1960 г. Генеральная конференция по мерам и весам приняла решение:

- а) присвоить системе, основанной на шести основных единицах, наименование “Международная система единиц”;

б) установить международное сокращенное наименование этой системы "SI".

Основные единицы системы СИ

1. **Метр (м)** – единица длины. Метр – длина, равная расстоянию, проходимому электромагнитным излучением за время, равное $1/c$ (c – скорость света в вакууме, равная 299 792 458 м/с).

2. **Килограмм (кг)** – единица массы. Килограмм равен массе международного прототипа килограмма.

3. **Секунда (с)** – единица времени. Секунда равна 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

4. **Ампер (А)** – единица силы тока. Ампер равен силе не изменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на участке проводника длиной в 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н.

5. **Кельвин (К)** – единица термодинамической температуры. Кельвин равен $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды. В Кельвинах выражается также интервал или разность температур.

6. **Моль (моль)** – единица количества вещества. Моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде – 12 массой 0,012 кг.

7. **Кандела (кд)** – единица силы света. Кандела равна силе света, испускаемого с поверхности площадью $1/600\,000$ м² полного излучателя в перпендикулярном направлении при температуре излучателя, равной температуре затвердевания платины при давлении 101325 Па.

Дополнительные единицы

Радян (рад) – единица плоского угла. Радян равен углу между двумя радиусами окружности, длина дуги между которыми равна радиусу.

Стерадян (ср.) – единица телесного угла. Стерадян равен телесному углу с вершиной в центре сферы, вырезающему на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, равной радиусу сферы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Тема: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА ПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ.

Место проведения занятия: кафедра Физика, математика и ИТ, аудитория.

Приборы и принадлежности: 1. штангенциркуль, 2. микрометр, 3. цилиндрическое тело, 4. разновесы

Продолжительность занятия: 2 часа

Цель занятия: На примере определения плотности тела цилиндрической формы ознакомится методикой

обработки результатов измерений, определить погрешность и научиться пользоваться измерительными инструментами.

Задания:

- Рассказать порядок выполнения лабораторной работы.
- Выполнить лабораторную работу.
- Математическая обработка результатов.
- Ответить на контрольные вопросы.

Студент должен знать: принципы работы физических приборов и принадлежностями, рассказать порядок выполнения работы, знать рабочую формулу, ответить на вопросы по теме.

Студент должен уметь: Измерять штангенциркулем и микрометром, вычислять по формуле объем и плотность.

Мотивация: Обучение студентов-провизоров физическим и биофизическим знаниям и умениям, обеспечивающим исходный уровень для изучения химических и фармацевтических дисциплин, а также необходимым в практической деятельности провизора.

Интеграция между предметами и в предмете: Научившись измерять штангенциркулем и микрометром, вычислять по формуле объем и плотность. студент может воспользоваться этими знаниями по предмету.

Содержания занятия: Правила техники безопасности при работе с физической аппаратурой

Tegishli jihozlar va asbob uskunalar yordamida elektron ossillografda kuchlanishi o'zgartirib ekrandagi tasvirning o'lchamlarini olish, ossillografning sezgirligini aniqlash.

Теоретическая часть

Теоретическое введение. Плотностью тела называется масса тела в единице объема, т.е.

$$\rho = m/V \quad (1)$$

где ρ - плотность тела; m - масса тела; v -объем тела.

Объем цилиндра вычисляется по формуле :

$$V = nd^2h/4 \quad (2)$$

где d -диаметр цилиндра; h - высота цилиндра

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ:

1. Измерить пять раз диаметр цилиндра в разных сечениях и разных направлениях микрометра.
2. Измерить пять раз высоту цилиндра в различных местах штангенциркулем.
3. Найти средний диаметр по формуле (3).
4. По формуле (5) вычислить разность Δd .
5. По формуле (6) вычислить среднюю абсолютную ошибку измерения диаметра (Δd_{cp}).
6. Вычислить среднюю относительную ошибку измерения диаметра $E_d = \Delta d_{cp}/d_{cp}$.

7. Аналогично найти среднюю высоту ($h_{\text{ср}}$) и среднюю абсолютную ошибку измерения высоты ($\Delta h_{\text{ср}}$) и среднюю относительную ошибку измерения высоты.

8. По формуле (2) вычислить объем цилиндра. Подставив среднее значение диаметра и высоты. По формуле (7) вычислить относительную ошибку полученного объема $E_V = \Delta V_{\text{ср}} / V_{\text{ср}}$.

9. Найти массу тела (m), пользуясь весами.

10. По формуле (1) вычислить среднее значение плотности тела $\rho_{\text{ср}} = m / V_{\text{ср}}$

11. По формуле (8) и (9) найти относительную и абсолютную ошибку полученного результата.

В следствии случайных причин, диаметр цилиндрического тела может оказаться не одинаковым в разных сечениях и направлениях. Также не совсем одинакова может быть высота цилиндрического тела в различных местах. Поэтому диаметр необходимо измерить несколько раз в различных сечениях и из полученных результатов взять среднее арифметическое.

Можно ограничиться пятью измерениями. Среднее арифметическое диаметра находится по формуле: $d_{\text{ср}} = (d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5) / 5$ (3)

где d_1, d_2, \dots, d_5 - отдельные измерения диаметра.

Измерить также пять раз в разных местах. Средняя высота находится по формуле: $h_{\text{ср}} = (h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5) / 5$ (4)

где h_1, h_2, \dots, h_5 - отдельные измерения высоты.

Диаметр цилиндрического тела нужно измерить микрометром, а высоту штангенциркулем. Подставив среднее значение диаметра и высоты в формулу (2), находится средний объем тела

$$V = \frac{\pi d_{\text{ср}}^2 h_{\text{ср}}}{4}$$

Вычислив объем и взвесив тело на весах для определения массы, можно вычислить среднюю плотность тела по формуле (1).

Чтобы судить о точности полученного результата необходимо знать среднюю абсолютную и относительные ошибки измерений. Для этого, прежде всего, нужно найти максимальную абсолютную и относительную ошибки измерения диаметра и высоты цилиндра. Максимальная абсолютная ошибка измерения диаметра находится как разность между средним значением диаметра и каждым отдельным измерением по абсолютному значению (не обращая внимания на знак результата):

$$\begin{aligned} \Delta d_1 &= d_{\text{ср}} - d_1 \\ \Delta d_2 &= d_{\text{ср}} - d_2 \\ \Delta d_3 &= d_{\text{ср}} - d_3 \\ \Delta d_4 &= d_{\text{ср}} - d_4 \\ \Delta d_5 &= d_{\text{ср}} - d_5 \end{aligned} \quad (5)$$

Затем из полученных разностей берут среднее арифметическое значение. Эту величину можно принять за среднюю абсолютную ошибку измерения диаметра и вычислить её по формуле:

Методы контроля знаний, умений и навыков:

Студент может рассказать тему устно, напишет нужные формулы, проверяется умение и навыки данной пед. технологии.

Критерии оценки текущего контроля:

№	Успеваемость проценты(%) и баллы	Оценка	Уровень знания студента
1.	86-100, 4,3-5,0	“5” отлично	Студент подготовил домашнее задание, отвечает устно на вопросы, понимает, знает и может рассказать устно законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу, провести подсчеты, оформить и анализировать результаты.
2.	71-85, 3,6-4,2	“4” хорошо	Студент подготовил домашнее задание, может ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу и оформить результаты но не может анализировать результаты.
3.	55-70, 2,8-3,5	“3” Удовлетворительно	Студент подготовил домашнее задание, затрудняется ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме но не знает суть. Может выполнить лабораторную работу и оформить результаты
5.	меньше 55, меньше 2,8	“2” неуд.	Студент написал домашнее задание в тетради, но не может ответить на вопросы по теме, не понимает суть, не может правильно написать формулы.

Хронологическая карта занятия:

№	Этапы занятия	Форма занятия	Продолжительность (мин.)
			80
1.	Введения в учебное занятия	Лаборатория	5
2.	Основная		60
3.	Заключительная		15

Контрольные вопросы

- 1.Что называется плотностью?
- 2.Что называется максимальной абсолютной ошибкой измерения?
- 3.Как вычисляется относительная ошибка?
- 4.Как найти абсолютную ошибку, если известна относительная?

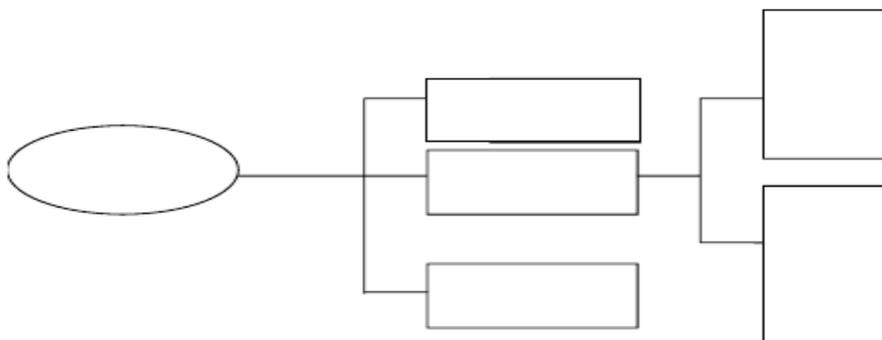
5. Чему равна относительная ошибка произведения, дроби?

6. Что называется точностью измерительного прибора?

«Недостающее звено»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно дописать недостающую формулу. Время 12-13 мин.



«Найди пару»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно найти пару к каждому незаконченному предложению. Время 9-10 мин.

Литература:

1. А.Н.Ремизов «Медицинская и биологическая физика», Тошкент, «Ибн Сино», 1992 г.
2. О.Ахмаджонов «Курс физики», 1,2 том, Тошкент, «Укитувчи», 1987 г
3. Н.И.Кошкин «Элементарная физика», Москва, Наука, 1991 г.
4. С.П.Совельев «Общий курс физики» 1том, Тошкент, «Укитувчи», 1973 г.
5. О.П.Шебалин «Молекулярная физика», Тошкент, «Укитувчи», 1982 г.
6. К.П. Абдурахмонов, У. Эгамов «Физика», Тошкент, 2010 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Тема: УСТРОЙСТВО АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЕСОВ.

Место проведения занятия: кафедра Физика, математика и ИТ, аудитория.

Приборы и принадлежности: 1. штангенциркуль, 2. микрометр, 3. цилиндрическое тело, 4. разновесы

Продолжительность занятия: 2 часа

Цель занятия: На примере определения плотности тела цилиндрической формы ознакомится методикой обработки результатов измерений, определить погрешность и научиться пользоваться измерительными инструментами.

Задания:

- Рассказать порядок выполнения лабораторной работы.

- Выполнить лабораторную работу.
- Математическая обработка результатов.
- Ответить на контрольные вопросы.

Студент должен знать: принципы работы физических приборов и принадлежностями, рассказать порядок выполнения работы, знать рабочую формулу, ответить на вопросы по теме.

Студент должен уметь: Измерять штангенциркулем и микрометром, вычислять по формуле объем и плотность.

Мотивация: Обучение студентов-провизоров физическим и биофизическим знаниям и умениям, обеспечивающим исходный уровень для изучения химических и фармацевтических дисциплин, а также необходимым в практической деятельности провизора.

Интеграция между предметами и в предмете: Научившись правильно измерять на аналитических весах и вычислять по формуле массу тела, студент может воспользоваться этими знаниями по предмету.

Содержания занятия: Правила техники безопасности при работе с физической аппаратурой

Теоретическая часть

Основной частью аналитических весов является равноплечный рычаг (6), называемый коромыслом. У нижних концов коромысла расположены две призмы, на которые с помощью серёжек (5) подвешены чашки (8).

Для предохранения рёбер агатовых призм от изнашивания весы снабжены аррентиром-позволяющим коромысло и чашки подняться вверх. Для аррентирония весов служит рукоятка (10). Аррентирование производится вращением этой рукоятки. При смене нагрузок во время взвешивания весы обязательно должны быть аррентированы. Разновес, который прилагается к весам состоит из набора гирь, массой от 100 до 10 мг.

Весы снабжены демпфером (3) устройством увеличивающим затухание колебаний коромысла настолько, что стрелка медленно приближается к нему и устанавливается вблизи положения с той стороны, с которой к нему двигалась.

Весы снабжены встроенными в них миллиграммовыми гирями от 10 мг до 990 мг. Управление гирями производится с помощью вращающихся лимбов (11) через рычаги (12). При вращении внутреннего лимба происходит накидывание или снятие, десятков мг, при вращении внешнего лимба сотни мг.

Стрелка весов s снабжена шкалой с отчетом от 0 до 10 мг в обе стороны. Микрошкала с помощью оптического устройства проецируется на экране (3). Включения подсветки оптического устройства (вейтографа) производится одновременно с разарретированием весов рукоятки (10).

Правила взвешивания. 1. Помещать взвешиваемое тело, а также производить загрузку разновеса только при аррентированных весах.

2. Разновесы брать из футляра и помещать на чашки пинцетом, а тело и разновесы помещать на центры чашек.

3. Тело класть на левую чашку, а разновес на правую.

4. Пока производится уравнивание тела разновесом, нельзя полностью разаррентировать коромысло. Лишь после того как достигнуто примерное равновесие масс разновеса и тела и коромысло колеблется, можно его освободить полностью. Если при этом оказалось, что массу разновеса надо изменить, следует весы вновь аррентировать.

5. Останавливать качание чашек весов нужно очень осторожно, лучше всего листочком бумаги.

6. При наблюдении качания коромысла, дверца футляра весов надо держать закрытыми.

7. После окончания взвешивания весы обязательно надо аррентировать, снять нагрузку и закрыть футляр.

Взвешивание на аналитических весах. Точное взвешивание на аналитических весах состоит из:

1. Определение нулевой точки весов.
2. Определение чувствительности весов.

Взвешивание.

1. Определение нулевой точки весов.

Деление шкалы по против которого остановилась бы стрелка ненагруженных весов в отсутствии трения называют нулевой точкой весов. В весах с демпфированными колебаниями коромысла определение нулевой точки производят отсчетом по шкале после полной остановки весов. Перед каждым определением весы аррентируют, а затем осторожно освобождают. Из трёх отсчетов берут среднее арифметическое.

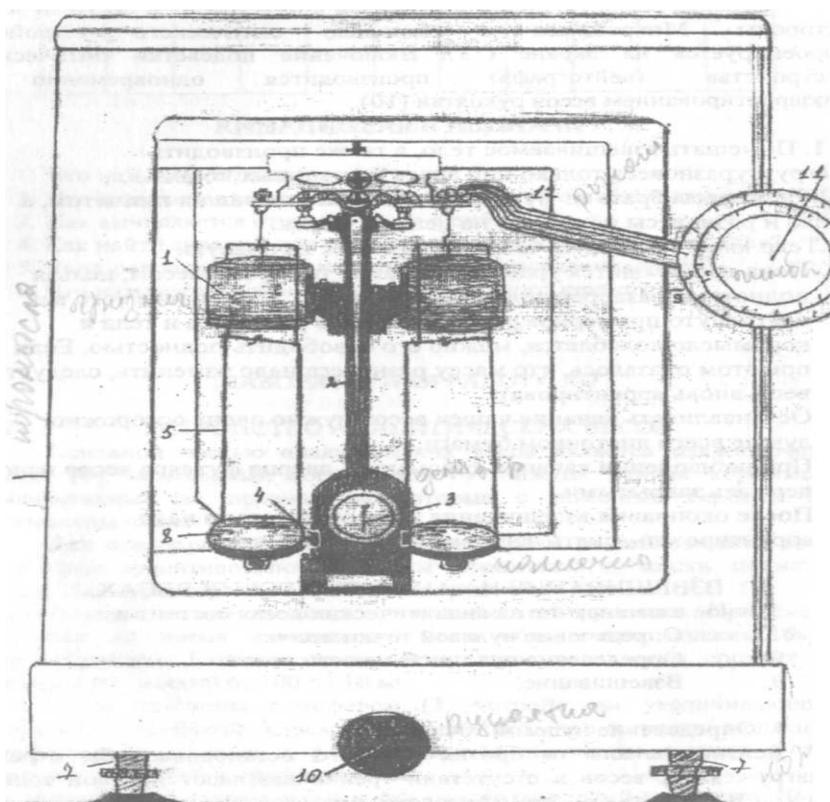


рис. 4

2. Определение чувствительности весов.

Точность с которой может быть проведено взвешивание на данных весах определяется прежде всего их чувствительностью. Чувствительностью весов называется величина отклонения стрелки отнесенная к единице добавочного груза (к 1мг). В весах с вейтографом чувствительность не определяется. Отчет производится по микрошкале с точностью до 0,1мг.

3. Взвешивание.

Помещают на левую чашку весов взвешиваемое тело, а правую загружают разновесом. В весах с накладными гирями и вейтографом уравнивание производится до сотен и десятков миллиграмм.

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

P_1 - номинальный вес разновеса.

P_2 - вес накладных гирь, отсчитанный по внешнему лимбу.

P_3 - вес накладных гирь, отсчитанный по внутреннему лимбу.

P_4 - отсчет по микрошкале.

Для определения P_4 отсчёты микрошкалы «n», брать вправо от нуля шкалы со знаком «+» а влево со знаком «-». Учитывая положение найденной нулевой точки по, значение найдем из формулы

$$P_4 = (n_{cp} - n_0) * 0,1\text{мг.}$$

Таблица наблюдений

Нулевая точка	Левая чашка	
n_0	$P_1 + P_2 + P_3$	$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$
n_{0cp}		
Нулевая точка	Левая чашка	
n_0	$P_1 + P_2 + P_3$	$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$
n_{0cp}		

Методы контроля знаний, умений и навыков:

Студент может рассказать тему устно, напишет нужные формулы, проверяется умение и навыки данной пед. технологии.

Критерии оценки текущего контроля:

№	успеваемость проценты(%) и балы	Оценка	Уровень знания студента
1.	86-100, 4,3-5,0	“5” отлично	Студент подготовил домашнее задание, отвечает устно на вопросы, понимает, знает и может рассказать устно законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу, провести подсчеты и оформить результаты.

2.	71-85, 3,6-4,2	“4” хорошо	Студент подготовил домашнее задание, может ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу и оформить результаты но не может сделать разработки.
3.	55-70, 2,8-3,5	“3” Удовлетворительно	Студент подготовил домашнее задание, затрудняется ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме но не знает суть. Может выполнить лабораторную работу и оформить результаты
5.	меньше55, меньше2, 8	“2” неуд.	Студент написал домашнее задание в тетради, но не может ответить на вопросы по теме, не понимает суть, не может правильно написать формулы.

Хронологическая карта занятия:

№	Этапы занятия	Форма занятия	Продолжительность (мин.)
1.	Введения в учебное занятия	Лаборатория	5
2.	Основная		60
3.	Заключительная		15

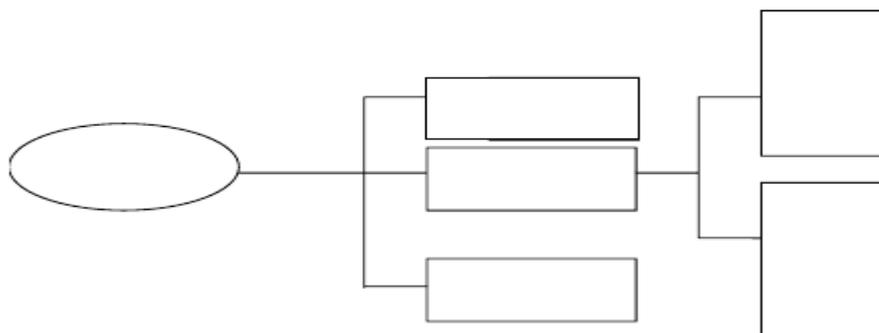
Контрольные вопросы

- 1.Что такое нулевая точка весов и как она определяется?
- 2.Как определяется чувствительность аналитических весов?
- 3.С какой точностью производится взвешивание на весах?
- 4.Что называют массой единицей измерения?
- 5.Что называется весом тела?

«Недостающее звено»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно дописать недостающую формулу. Время 12-13 мин.



«Найди пару»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно найти пару к каждому незаконченному предложению. Время 9-10 мин.

Литература:

1. А.Н.Ремизов «Медицинская и биологическая физика», Тошкент, «Ибн Сино», 1992 г.
2. О.Ахмаджонов «Курс физики», 1,2 том, Тошкент, «Укитувчи», 1987 г
3. Н.И.Кошкин «Элементарная физика», Москва, Наука, 1991 г.
4. С.П.Совельев «Общий курс физики» 1том, Тошкент, «Укитувчи», 1973 г.
5. О.П.Шебалин «Молекулярная физика», Тошкент, «Укитувчи», 1982 г.
6. К.П. Абдурахмонов, У. Эгамов «Физика», Тошкент, 2010 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Тема: ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИМ МАЯТНИКОМ.

Место проведения занятия: кафедра Физика, математика и ИТ, аудитория.

Приборы и принадлежности: 1. Математический маятник 2. Штангенциркуль, 3. Секундомер.

Продолжительность занятия: 2 часа

Цель занятия: На примере определения ускорения свободного падения, ознакомится методикой обработки результатов измерений, определить погрешность и научиться пользоваться измерительными инструментами.

Задания:

- Рассказать порядок выполнения лабораторной работы.
- Выполнить лабораторную работу.
- Математическая обработка результатов.
- Ответить на контрольные вопросы.

Студент должен знать: принципы работы физических приборов и принадлежностями, рассказать порядок выполнения работы, знать рабочую формулу, ответить на вопросы по теме.

Студент должен уметь: с помощью колебания математического маятника, изменяя количество колебания и длину нити, найти ускорения свободного падения.

Мотивация: Обучение студентов-провизоров физическим и биофизическим знаниям и умениям, обеспечивающим исходный уровень для изучения химических и фармацевтических дисциплин, а также необходимым в практической деятельности провизора.

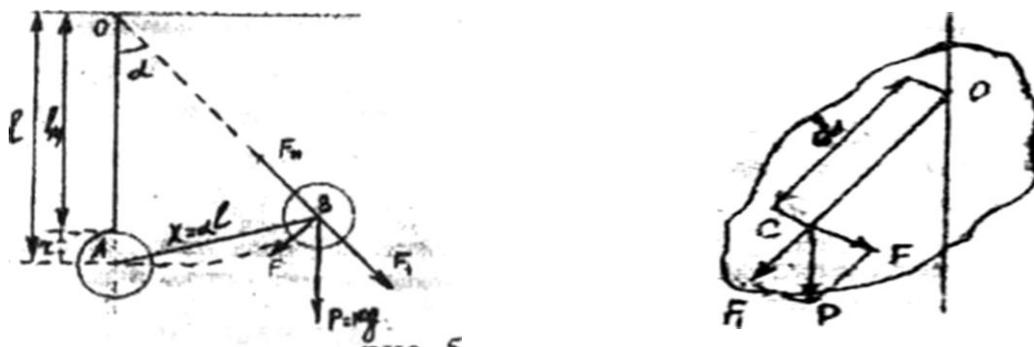
Интеграция между предметами и в предмете: Научившись измерять математическим маятником, студент может воспользоваться этими знаниями

по предмету

Содержания занятия: Правила техники безопасности при работе с физической аппаратурой

Теоретическая часть

Точечное тело, подвешенное к невесомой и нерастяжимой нити, совершающее колебания в вертикальной плоскости под действием собственного веса называется математическим маятником (рис.).



В вертикальном положении сила тяжести материальной точки P . В вертикальном положении сила тяжести материальной точки

$$P = mg$$

полностью уравновешивается натяжением нити l_i и маятник остается в покое (положение равновесия точка A). Если маятник отклонить от положения равновесия в точку C на некоторый угол, то составляющая сила тяжести, направленная вдоль нити, т.е. сила F_i уравновесится натяжением нити, то другая же составляющая перпендикулярная к нити F стремится вернуть маятник в положение равновесия. Эта сила является возвращающей.

Колебания, вызываемые этой силой при малых углах, совпадают по характеру движения с колебаниями, вызываемыми упругой силой. Длина дуги $X = AC$ на которую маятник отклонился от положения равновесия называется смещением. Если смещение от A и C считать положительным, а от A к B - отрицательным, то сила F всегда направлена обратно смещению и при малых углах отклонения (2° - 4°) пропорциональна смещению. При отклонении маятника на угол α на точку C действует вращательный момент:

$$M = -mgad,$$

где d - плечо силы.

Маятник будет двигаться по окружности около точки подвеса O , по второму закону динамики для вращательного движения:

$$M = I*\beta,$$

где I - момент инерции точки. Приравнивая эти две формулы получим:

$$\beta + (mgad) / I = 0$$

для малых углов если измерять в радианах

$$\beta = - (mgad) / I$$

Это уравнение такое же, как уравнение возвращающей силы, поэтому можно заменить: частота и период свободных колебаний математического маятника

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{mgd}}$$

где d- длина маятника. Маятник применяемый в физических лабораториях представляет собой массивный шарик, небольшого радиуса подвешенный на длинной нити.

Выполнение работы.1. Измеряют приведенную длину маятника. Приведенной длиной маятника следует считать расстояние от точки подвеса 0 до центра качания шарика. Непосредственно приведенную длину маятника определяют прикладыванием линейки к нижнему краю шарика (рис. 5), отмечают число делений по шкале вертикальной стойки, затем штангенциркулем измеряют диаметр шарика и от полученной суммы вычитают радиус шарика.

2. Отводят маятник от положения равновесия на небольшой угол (около 5°-6°) отпускают шарик, предоставив ему свободно колебаться. В момент небольшого отклонения маятника пускают в ход секундомер и отсчитывают время t, в течение которого маятник совершит n = 50 полных колебаний. Измерение времени 50 колебаний для неизменной длины производится 5 раз.

3. По результатам измерений t времени полных колебаний рассчитывают периоды колебаний T по формуле: $T = t/n$.

4. Вычисляют g пользуясь формулой

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

Все измеренные и вычисленные результаты заносят в таблицу

Опыты	L, м	t, сек	T, с	g, м- с ²	Δg	E				

Методы контроля знаний, умений и навыков:

Студент может рассказать тему устно, напишет нужные формулы, проверяется умение и навыки данной пед. технологии.

Критерии оценки текущего контроля:

№	успеваемость проценты(%) и баллы	Оценка	Уровень знания студента
1.	86-100, 4,3-5,0	“5” отличн	Студент подготовил домашнее задание, отвечает устно на вопросы, понимает, знает и может

		о	рассказать устно законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу, провести подсчеты и оформить результаты.
2.	71-85, 3,6-4,2	“4” хорошо	Студент подготовил домашнее задание, может ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу и оформить результаты но не может сделать разработки.
3.	55-70, 2,8-3,5	“3” Удовле творит ельно	Студент подготовил домашнее задание, затрудняется ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме но не знает суть. Может выполнить лабораторную работу и оформить результаты
5.	меньше 55, меньше 2,8	“2” неуд.	Студент написал домашнее задание в тетради, но не может ответить на вопросы по теме, не понимает суть, не может правильно написать формулы.

Хронологическая карта занятия:

№	Этапы занятия	Форма занятия	Продолжительность (мин.)
			80
1.	Введения в учебное занятия	Лаборатория	5
2.	Основная		60
3.	Заключительная		15

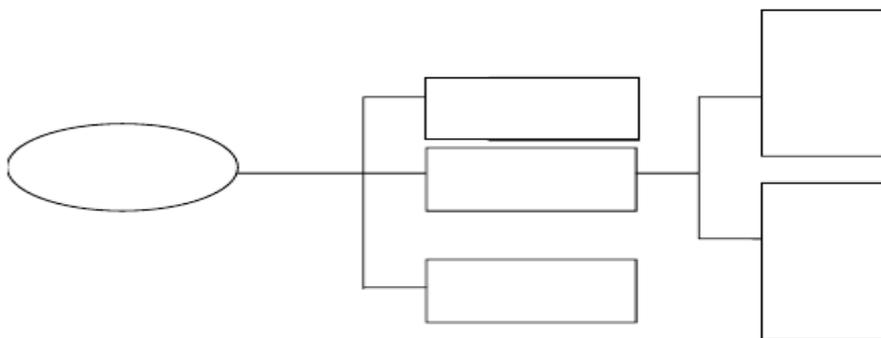
Контрольные вопросы

1. В каких единицах измеряется угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение?
2. Что называется математическим маятником?
3. Как определяется длина математического маятника?
4. Какого происхождения систематические и случайные ошибки встречаются в данной работе?

«Недостающее звено»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно дописать недостающую формулу. Время 12-13 мин.



«Найди пару»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно найти пару к каждому незаконченному предложению. Время 9-10 мин.

Литература:

1. А.Н.Ремизов «Медицинская и биологическая физика», Тошкент, «Ибн Сино», 1992 г.
2. .О.Ахмаджонов «Курс физики», 1,2 том, Тошкент, «Укитувчи»,1987 г
3. Н.И.Кошкин «Элементарная физика», Москва, Наука, 1991 г.
4. С.П.Совельев «Общий курс физики» 1том, Тошкент, «Укитувчи», 1973 г.
5. О.П.Шебалин «Молекулярная физика», Тошкент, «Укитувчи», 1982 г.
6. К.П. Абдурахмонов, У. Эгамов «Физика», Тошкент, 2010 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

Тема: ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ ФИЗИЧЕСКИМ МАЯТНИКОМ

Место проведения занятия: кафедра Физика, математика и ИТ, аудитория.

Приборы и принадлежности: 1.Физический маятник, 2.Штангенциркуль, 3. Секундомер.

Продолжительность занятия: 2 часа

Цель занятия: На примере определения ускорения свободного падения, ознакомится методикой обработки результатов измерений, определить погрешность и научиться пользоваться измерительными инструментами.

Задания:

- Рассказать порядок выполнения лабораторной работы.
- Выполнить лабораторную работу.
- Математическая обработка результатов.
- Ответить на контрольные вопросы.

Студент должен знать: принципы работы физических приборов и принадлежностями, рассказать порядок выполнения работы, знать рабочую формулу, ответить на вопросы по теме.

Студент должен уметь: с помощью колебания физического маятника, изменяя количество колебания, найти ускорения свободного падения.

Мотивация: Обучение студентов-провизоров физическим и биофизическим знаниям и умениям, обеспечивающим исходный уровень для изучения химических и фармацевтических дисциплин, а также необходимым в практической деятельности провизора.

Интеграция между предметами и в предмете: Научившись измерять физическим маятником, студент может воспользоваться этими знаниями по предмету

Содержания занятия: Правила техники безопасности при работе с физической аппаратурой

Теоретическая часть

Колебания представляют один из наиболее распространенных видов движения в природе. Можно привести множество примеров: колебания поплавок в воде, вибрации машин, зданий, колебания струн и мембран. Тепловое движение атомов в узлах кристаллической решетки также является колебательным.

Некоторые колебательные движения могут привести к катастрофическим последствиям, например, колебания моста, возникающее от толчков, сообщаемых ему колесами, вибрации крыльев самолета. В подобных случаях задача состоит в том, чтобы предотвратить возникновение колебаний.

Вместе с тем колебательные процессы лежат в основе различных областей техники. Так, например, колебательные процессы широко используют в радиотехнике.

Наиболее общими признаками колебательного движения являются его повторяемость и движение в ограниченном пространстве.

Колебания – это движения или процессы, которые точно или приблизительно повторяются через определенные интервалы времени.

Если движение или процесс повторяется через определенные промежутки времени T , то колебание называется периодическим, а время T – **периодом колебаний**.

Число повторений движения или процесса в единицу времени называется **частотой колебаний**. Частота и период связаны соотношением $\nu = 1/T$.

Единицей измерения частоты служит **герц**. 1 Герц – это частота, при которой совершается одно колебание в секунду.

Гармонические колебания. Важнейшим среди периодических процессов является простое, или гармоническое, колебание.

Гармоническое колебание – это такой периодический процесс, в котором изменение величины происходит по закону синуса или косинуса.

$$x = A \sin(\omega_0 t + \varphi_0), \quad (1)$$

где x – **элонгация** или величина удаления от положения равновесия;

A – **амплитуда** – наибольшее значение функции, изменяющейся по гармоническому закону;

$(\omega_0 t + \varphi_0)$ – **полная фаза** гармонического колебания;

φ_0 – **начальная фаза** – это часть от полной фазы и определяет значение функции $x(t)$ при $t=0$; ω_0 **циклическая частота**.

Циклическая (или круговая) частота связана с периодом соотношением: $\omega_0 = 2\pi/T$.

Оказывается, что любые колебания можно сколь угодно точно представить как результат наложения некоторого числа (зависящего от точности представления) гармонических колебаний кратной частоты, называемых гармониками. Эта возможность выражается разложением функции в ряд Фурье.

Скорость и ускорение при гармоническом колебании находятся как первая и вторая производные от элонгации по времени:

$$v = dx/dt = \omega_0 A \cos(\omega_0 t + \varphi_0) = \omega_0 A \sin(\omega_0 t + \varphi_0 + \pi/2),$$

$$a = d^2x/dt^2 = dv/dt = -\omega_0^2 A \sin(\omega_0 t + \varphi_0),$$

т.е. величина ускорения "колеблется" в противофазе с элонгацией:

$$a = d^2x/dt^2 = -\omega_0^2 x. \quad (2)$$

Последнее уравнение является дифференциальным уравнением гармонического колебания, выражающим общее свойство синусоидальной функции.

Если вторая производная какой-либо функции по времени пропорциональна этой же функции, взятой с обратным знаком, то эта функция изменяется по гармоническому закону, причем коэффициент пропорциональности равен квадрату круговой частоты гармонического колебания.

Динамика гармонического колебания. Соотношение (2) между ускорением и элонгацией $a = -\omega_0^2 x$ позволяет определить условие, которому должна удовлетворять сила, чтобы под ее воздействием материальная точка совершала гармонические колебания. Действительно, по второму закону Ньютона

$$F = -m \cdot a = -m\omega_0^2 x.$$

Это значит, что для поддержания гармонического колебания нужна сила, которая изменялась бы пропорционально $-x$, т.е. пропорционально величине отклонения колеблющейся точки от положения равновесия. Знак "минус" указывает, что сила должна быть направлена против отклонения x , т.е. направлена к положению равновесия. Кроме того, при $x = 0$ получается, что $F = 0$, т.е. в точке $x=0$ сила не действует.

Таким условиям удовлетворяет сила x , возникающая при деформации пружины

$$F = -kx. \quad (3)$$

откуда

$$k = m \omega_0^2, \quad \omega_0^2 = k/m, \quad v = \omega_0 / 2\pi = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ и } T = 1/v = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Физический маятник – это твердое тело, свободно вращающееся вокруг неподвижной горизонтальной оси, не проходящей через центр масс. (рис.)

Момент сил, приложенных к маятнику относительно его оси вращения, равен:

$$M = -mgl_0 \sin \alpha,$$

где m – масса физического маятника,

l_0 – расстояние от оси вращения до центра масс маятника. Знак "минус" означает, что момент M препятствует повороту на угол α . При малых углах поворота $\sin \alpha \approx \alpha$. Обозначив момент инерции маятника относительно оси, проходящей через точку подвеса через I , запишем основной закон динамики вращательного движения:

$$I \frac{d^2 \alpha}{dt^2} = -mgl_0 \alpha \Rightarrow \frac{d^2 \alpha}{dt^2} + \omega_0^2 \alpha = 0.$$

Его решение аналогично решению уравнению (6).

Через ω_0^2 обозначена величина. При малых

отклонениях от положения равновесия физический маятник совершает гармонические колебания. Частота колебаний зависит от массы маятника, момента инерции маятника относительно оси вращения и расстояния между осью вращения и центром инерции маятника. Период колебаний маятника определим из соотношения (9):

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl_0}}$$

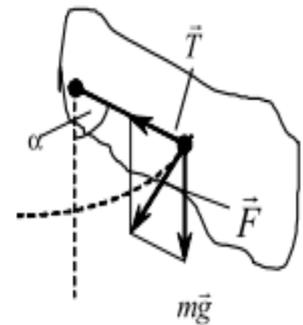
Из сопоставления формул (8) и (10) видно, что математический маятник длиной

$$l_{\text{пр}} = \frac{I}{ml_0}.$$

будет иметь такой же период колебаний, как и данный физический маятник. Величину $l_{\text{пр}}$ называют приведенной длиной физического маятника.

Приведенная длина физического маятника – это длина такого математического маятника, период колебания которого совпадает с периодом колебания данного физического маятника.

Точка на прямой, соединяющей точку подвеса с центром инерции, лежащая на расстоянии приведенной длины от оси вращения, называется центром качания физического маятника. Можно показать, что при подвесе маятника в центре качания приведенная длина, а значит, период колебаний будут теми же, что и вначале. Обратным называется такой маятник, у которого имеются две точки подвеса на противоположных



сторонах, например параллельные друг другу, закрепленные вблизи концов линейного маятника опорные призмы, за которые он может быть поочередно подвешен.

Определение ускорения свободного падения с помощью обратного маятника основано на описанном выше свойстве, которое может быть иначе выражено следующим образом: если период колебаний относительно обеих осей подвеса одинаков, то расстояние между осями равно приведенной длине маятника. С этой целью используется линейный маятник, состоящий из стержня с размещенными на нем призмами (оси подвеса) и грузами. Вдоль стержня могут перемещаться и закрепляться либо грузы, либо опорные призмы. Перемещением грузов или призм добиваются того, чтобы при подвешивании маятника за любую из призм периоды колебаний были одинаковыми. Тогда расстояние между опорными ребрами призм будет равно $l_{пр}$. Измерив период колебаний такого маятника, можно найти ускорение g :

$$g = \frac{4\pi l_{пр}}{T_{об}^2}.$$

Таким образом, значение массы колеблющейся материальной точки и величина коэффициента упругой силы однозначно определяют частоту и период гармонического колебания.

Если сила, не являющаяся по своей природе упругой, подчиняется закону (3), то она называется квазиупругой (по латыни "guasi" означает "как бы").

Выполнение работы.1. Измеряют приведенную внешний и внутренние диаметры кольца. Приведенной диаметра маятника следует считать радиус кольца: $R_1 = d_1/2$, $R_2 = d_2/2$.

2. Отводят маятник от положения равновесия на небольшой угол, отпускают кольцо, предоставив ему свободно колебаться. В момент небольшого отклонения маятника пускают в ход секундомер и отсчитывают время t , в течение которого маятник совершит n полных колебаний. Измерение времени колебаний производится 5 раз.

3. По результатам измерений t времени полных колебаний рассчитывают периоды колебаний T по формуле: $T = t/n$.

4. Вычисляют g пользуясь формулой

$$g = 4 \cdot \pi^2 \cdot (3R_1^2 + R_2^2) \cdot m / 2 \cdot R_1 \cdot m \cdot T^2 = 2\pi^2(3R_1^2 + R_2^2) / R_1 T^2$$

Все измеренные и вычисленные результаты заносят в таблицу

Опыты	d_1 , м	d_2 , м	R_1 , м	R_2 , м	t , сек	T , с	g , М/с ²	Δg	Е

Методы контроля знаний, умений и навыков:

Студент может рассказать тему устно, напишет нужные формулы, проверяется умение и навыки данной пед. технологии.

Критерии оценки текущего контроля:

№	успеваемость проценты(%) и баллы	Оценка	Уровень знания студента
1.	86-100, 4,3-5,0	“5” отлично	Студент подготовил домашнее задание, отвечает устно на вопросы, понимает, знает и может рассказать устно законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу, провести подсчеты и оформить результаты.
2.	71-85, 3,6-4,2	“4” хорошо	Студент подготовил домашнее задание, может ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу и оформить результаты но не может сделать разработки.
3.	55-70, 2,8-3,5	“3” Удовлетворительно	Студент подготовил домашнее задание, затрудняется ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме но не знает суть. Может выполнить лабораторную работу и оформить результаты
5.	меньше 55, меньше 2,8	“2” неуд.	Студент написал домашнее задание в тетради, но не может ответить на вопросы по теме, не понимает суть, не может правильно написать формулы.

Хронологическая карта занятия:

№	Этапы занятия	Форма занятия	Продолжительность (мин.)
			80
1.	Введения в учебное занятия	Лаборатория	5
2.	Основная		60
3.	Заключительная		15

Контрольные вопросы

3.В каких единицах измеряется угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение?

4.Что называется физическим маятником?

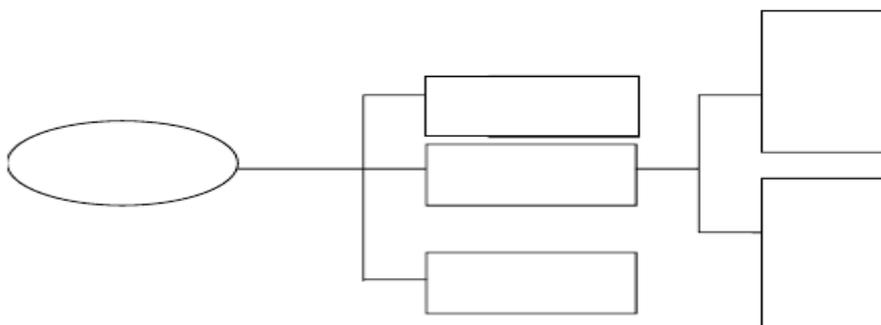
3. Как определяется диаметр физического маятника?

4. Какого происхождения систематические и случайные ошибки встречаются в данной работе?

«Недостающее звено»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно дописать недостающую формулу. Время 12-13 мин.



«Найди пару»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно найти пару к каждому незаконченному предложению. Время 9-10 мин.

Литература:

7. А.Н.Ремизов «Медицинская и биологическая физика», Тошкент, «Ибн Сино», 1992 г.
8. .О.Ахмаджонов «Курс физики», 1,2 том, Тошкент, «Укитувчи»,1987 г
9. Н.И.Кошкин «Элементарная физика», Москва, Наука, 1991 г.
10. С.П.Совельев «Общий курс физики» 1том, Тошкент, «Укитувчи», 1973 г.
- 11.О.П.Шебалин «Молекулярная физика», Тошкент, «Укитувчи», 1982 г.
12. К.П. Абдурахмонов, У. Эгамов «Физика», Тошкент, 2010 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Тема: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ВЗВЕШИВАНИЕМ.

Место проведения занятия: кафедра Физика, математика и ИТ, аудитория.

Приборы и принадлежности: 1. Весы и разновесы, 2. Исследуемые твердые тела, 3. Стакан с водой, 4. Тоненькая проволочка.

Продолжительность занятия: 2 часа

Цель занятия: На примере определения плотности тела гидростатическим взвешиванием, ознакомится методикой обработки результатов измерений, определить погрешность и научиться пользоваться измерительными инструментами.

Задания:

- Рассказать порядок выполнения лабораторной работы.
- Выполнить лабораторную работу.

- Математическая обработка результатов.
- Ответить на контрольные вопросы.

Студент должен знать: принципы работы физических приборов и принадлежностями, рассказать порядок выполнения работы, знать рабочую формулу, ответить на вопросы по теме.

Студент должен уметь: Правильно взвешивать на гидростатических весах, правильно вычислить по формуле плотность, соблюдать правила техники безопасности при работе с физической аппаратурой..

Мотивация: Обучение студентов-провизоров физическим и биофизическим знаниям и умениям, обеспечивающим исходный уровень для изучения химических и фармацевтических дисциплин, а также необходимым в практической деятельности провизора.

Интеграция между предметами и в предмете: Научившись измерять на гидростатических весах, студент может воспользоваться этими знаниями по предмету

Содержания занятия: Правила техники безопасности при работе с физической аппаратурой

Теоретическая часть

В основу определения плотности твердых тел методом гидростатического взвешивания положен закон Архимеда, который гласит: на тело, погруженное в жидкость или газ, действует выталкивающая сила равная весу жидкости или газа вытесненной этим телом.

Этот метод определения плотности твердых тел состоит из двух взвешиваний: в воздухе и в воде (гидростатическое взвешивание).

Плотностью называется масса, заключенная в единице объема какого либо тела, поэтому определение плотности сводится к определению массы тела и его объема. Определение массы тела может быть произведено путем его взвешивания, т.е. путем сравнения с массой разновесок известной величины. Непосредственное измерение объема тела, если оно ограничено сложной поверхностью, затруднительно, поэтому поступают так: тело взвешивают в воде и, пользуясь законом Архимеда, определяют массу, объем. Плотность воды при соответствующей температуре берется из табличных данных.

Понятие плотности тела не следует путать с понятием об удельности веса. Удельным весом называется вес в единице объема тела. Легко видеть, что удельный вес и плотность любого тела связаны между собой соотношением:

$$P = d \cdot g$$

где, g - ускорение силы тяжести, т.е. между удельным весом и плотностью имеется та же самая связь, что и между весом и массой тела. Если численные значения удельного веса выражать в $г/см^3$, а плотность выражать в $г/см^3$, то удельный вес тела будет численно равен его плотности.

Выполнение работы: Взвешивают исследуемое тело в воздухе с точностью до $1мг$, а потом, подвесив его на тонкой проволоке надлежащей длины на крючок левой чашке весов, опять уравнивают гири.

Обозначаем не поправленное значение массы исследуемого тела через, m , а через m_1 - его массу вместе с проволокой.

Ставят затем не треножник над чашкой весов в стакан с достаточным количеством дистиллированной воды и при арретированных весах погружают испытываемое тело. При этом наблюдают, во-первых, чтобы через поверхность воды проходила только одна неперекрытая (для уменьшения капилляра действия) проволока, и наконец, чтобы не было на поверхности тела прилипших пузырьков воздуха.

Сняв часть гирек с другой чашки весов, приводят весы в равновесие.

Пусть кажущая масса тела с проволокой при погружении в воду будет m_2 . Таким образом масса вытесняемой телом воды:

$$W = m_1 - m_2$$

Тогда не поправленная плотность тела будет

$$\rho_1 = (m_1/W) \cdot d_0$$

d_0 - плотность воды - 0,9984 г/см³. При $t = 19^\circ \text{C}$.

Результаты измерений записать в таблицу

П/П	Наименование твердого тела	Масса тела с проволокой		Плотность	
		В воздухе	В воде '	Воды d_0	Твердого тела
			-		

Методы контроля знаний, умений и навыков:

Студент может рассказать тему устно, напишет нужные формулы, проверяется умение и навыки данной пед. технологии.

Критерии оценки текущего контроля:

№	успеваемость проценты(%) и баллы	Оценка	Уровень знания студента
1.	86-100, 4,3-5,0	“5” отлично	Студент подготовил домашнее задание, отвечает устно на вопросы, понимает, знает и может рассказать устно законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу, провести подсчеты и оформить результаты.
2.	71-85, 3,6-4,2	“4” хорошо	Студент подготовил домашнее задание, может ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу и оформить результаты но не может сделать разработки.

3.	55-70, 2,8-3,5	“3” Удовлетворительно	Студент подготовил домашнее задание, затрудняется ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме но не знает суть. Может выполнить лабораторную работу и оформить результаты
5.	меньше 55, меньше 2,8	“2” неуд.	Студент написал домашнее задание в тетради, но не может ответить на вопросы по теме, не понимает суть, не может правильно написать формулы.

Хронологическая карта занятия:

№	Этапы занятия	Форма занятия	Продолжительность (мин.)
1.	Введения в учебное занятия	Лаборатория	5
2.	Основная		60
3.	Заключительная		15

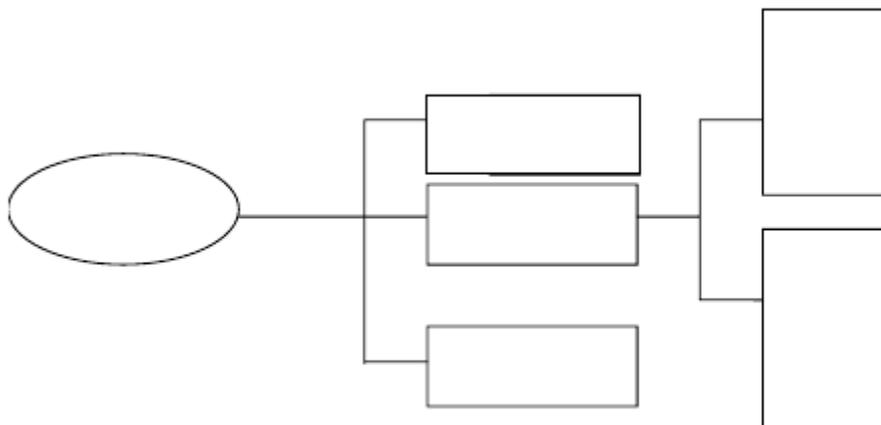
Контрольные вопросы

1. Что такое плотность, единицы измерения плотности?
2. В чем заключается сущность работы?
3. Какое практическое значение имеют эти работы для вашей будущей деятельности?
4. Сравните между собой оба метода определения плотности- пикнометром и гидростатическим взвешиванием.
5. В чем различие между удельным весом и плотностью?

«Недостающее звено»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно дописать недостающую формулу. Время 12-13 мин.



«Найди пару»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно найти пару к каждому незаконченному предложению. Время 9-10 мин.

Литература:

1. А.Н.Ремизов «Медицинская и биологическая физика», Тошкент, «Ибн Сино», 1992 г.
2. О.Ахмаджонов «Курс физики», 1,2 том, Тошкент, «Укитувчи», 1987 г.
3. Н.И.Кошкин «Элементарная физика», Москва, Наука, 1991 г.
4. С.П.Совельев «Общий курс физики» 1том, Тошкент, «Укитувчи», 1973 г.
5. О.П.Шебалин «Молекулярная физика», Тошкент, «Укитувчи», 1982 г.
6. К.П. Абдурахмонов, У. Эгамов «Физика», Тошкент, 2010 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Тема: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА ПИКНОМЕТРОМ

Место проведения занятия: кафедра Физика, математика и ИТ, аудитория.

Приборы и принадлежности: 1. Аналитические весы, 2. Разновес; 3. Пикнометр, 4. Дистиллированная вода, 5. Исследуемая жидкость, 6. Исследуемое твердое тело, 7. Резиновая груша со стеклянным наконечником.

Продолжительность занятия: 2 часа

Цель занятия: На примере определения плотности телацилиндрической формы ознакомиться методикой обработки результатов измерений, определить погрешность и научиться пользоваться измерительными инструментами.

Задания:

- Рассказать порядок выполнения лабораторной работы.
- Выполнить лабораторную работу.
- Математическая обработка результатов.
- Ответить на контрольные вопросы.

Студент должен знать: принципы работы физических приборов и принадлежностями, рассказать порядок выполнения работы, знать рабочую формулу, ответить на вопросы по теме.

Студент должен уметь: Правильно взвешивать на аналитических весах, правильно вычислить по формуле плотность, соблюдать правила техники безопасности при работе с физической аппаратурой.

Мотивация: Обучение студентов-провизоров физическим и биофизическим знаниям и умениям, обеспечивающим исходный уровень для изучения химических и фармацевтических дисциплин, а также необходимым в практической деятельности провизора.

Интеграция между предметами и в предмете: Излагаемым методом

можно с успехом пользоваться при научных работах в области медицины и биологии для точного определения плотности жидкостей и тканей организма.

Содержания занятия: Правила техники безопасности при работе с физической аппаратурой

Теоретическая часть

Предлагаемая работа может служить примером измерений с очень большой точностью, в ней применяются аналитические весы, являющиеся одним из самых точных приборов, вводятся поправки на потери веса в воздухе. Определение плотности, поэтому довольно простому методу дает результаты, высокая точность которых обеспечивает их научную ценность. Излагаемым методом можно с успехом пользоваться при научных работах в области медицины и биологии для точного определения плотности жидкостей и тканей организма.

Так как плотность жидкости зависит от температуры; необходимо знать температуру во время опыта. У более-совершенных пикнометров бывает термометр, вставленной внутрь его не притертой пробке или впаянной в стекло пикнометра. Если такого термометра нет, для Таш. фарм. института определения температуры служит термометр, находящийся вблизи пикнометра, вне его.

Пикнометр применяется для определения плотностей жидкостей, а также твердых тел, если они раздроблены на кусочки, которые могут пройти сквозь горлышко пикнометра.

Определение плотности жидкости. Сущность работы состоит в определении отношения массы испытуемой жидкости, наполняющей пикнометр, к массе воды в том же объеме. Пользуясь этим отношением и беря из таблиц значение плотности воды, находят плотность испытуемой жидкости.

Пикнометр это стеклянный сосуд определенной ёмкостью. Наиболее распространенные виды пикнометров изображены на рис 6.

Пикнометр - (рис. 6) имеет притертую пробку с капилляром внутри. Если пикнометр наполнить жидкостью до верхнего края горлышко и затем закрыть пробку, то жидкость будет вытесняться пробкой в капилляр до самого верха. Таким образом, можно наполнить пикнометр до верхнего конца капилляра. В другом типе пикнометра (рис. 6) жидкость наливается пипеткой до метки «а» на горлышке.

Обозначим массу пустого пикнометра M , пикнометра с водой M_0 , пикнометра с исследуемой жидкостью M_1 , плотность воды ρ_0 . Тогда плотность исследуемой жидкости будет

$$\rho = ((M_1 - m)/(M_0 - m)) \cdot \rho_0 \quad (1)$$

Вода и исследуемая жидкость берутся при комнатной температуре.

Для решения задачи необходимо, произвести последовательно три взвешивания на аналитических весах со всеми предосторожностями, указанными в работе с аналитическими весами.

Перед тем как взвешивать пустой пикнометр, его следует вымыть, сполоснуть дистиллированной водой и тщательно просушить. Для просушки

пикнометра его нагревают в сушильном шкафу и продувают при помощи резиновой груши со стеклянным наконечником, который опускается в пикнометр.

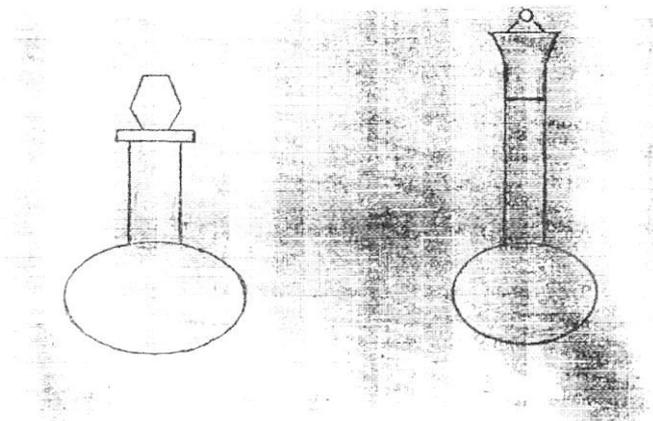


рис 6.

При наполнении пикнометра соблюдаются следующие правила: 1. Перед наполнением пикнометра жидкостью его следует сполоснуть той же жидкостью. 2. Наполнять пикнометр следует так, чтобы на его стенках не оставалось ни малейших пузырьков воздуха. 3. Наполненный жидкостью пикнометр должен быть сухим снаружи, для чего его следует вытереть фильтровальной бумагой.

Полученные данные заносят в таблицы.

Масса пикнометра			Плотность
Пустого, М	С водой	С жидкостью	Воды жидкости
	M_0	M_1	

Определение плотности твердого тела. Пикнометром можно также определить плотность твердого тела, если размеры его позволяют поместить тело в пикнометр. При таком определении исходят из следующих соображений.

Пусть масса тела - m , масса пикнометра с водой - M_0 . Если теперь в воду пикнометра погрузить исследуемое тело, то он вытеснит объем воды, равный объему тела. Масса пикнометра с водой и погруженным телом будет M_2 . Масса вытесненной воды будет равна $M_0 - M_2$, а искомая плотность тела

$$\rho = (m / (M_0 - M_2)) * \rho_0$$

Следует обратить внимание на то, чтобы на внесенном теле не осталось пузырьков воздуха. Твердое тело- кристаллы вносятся в небольшом количестве. Достаточно объема около 1см

Полученные данные заносят в таблицу.

Масса		Масса тела	Плотность
Пустого М	с водой M_0	М	ρ
	С водой и телом M_2		
		телом $M_Г$	

Плотность воды ρ_0 в $г/см^3$ - при температуре опыта (берется из таблиц)

Методы контроля знаний, умений и навыков:

Студент может рассказать тему устно, напишет нужные формулы, проверяется умение и навыки данной пед. технологии.

Критерии оценки текущего контроля:

№	успеваемость проценты(%) и балы	Оценка	Уровень знания студента
1.	86-100, 4,3-5,0	“5” отлично	Студент подготовил домашнее задание, отвечает устно на вопросы, понимает, знает и может рассказать устно законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу, провести подсчеты и оформить результаты.
2.	71-85, 3,6-4,2	“4” хорошо	Студент подготовил домашнее задание, может ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме. Может самостоятельно выполнить лабораторную работу и оформить результаты но не может сделать разработки.
3.	55-70, 2,8-3,5	“3” Удовлетворительно	Студент подготовил домашнее задание, затрудняется ответить устно на вопросы и решить тест. Знает законы и формулы по теме но не знает суть. Может выполнить лабораторную работу и оформить результаты
5.	меньше 55, меньше 2,8	“2” неуд.	Студент написал домашнее задание в тетради, но не может ответить на вопросы по теме, не понимает суть, не может правильно написать формулы.

Хронологическая карта занятия:

№	Этапы занятия	Форма занятия	Продолжительность (мин.)
1.	Введения в учебное занятия	Лаборатория	80
2.	Основная		5
3.	Заключительная		60
			15

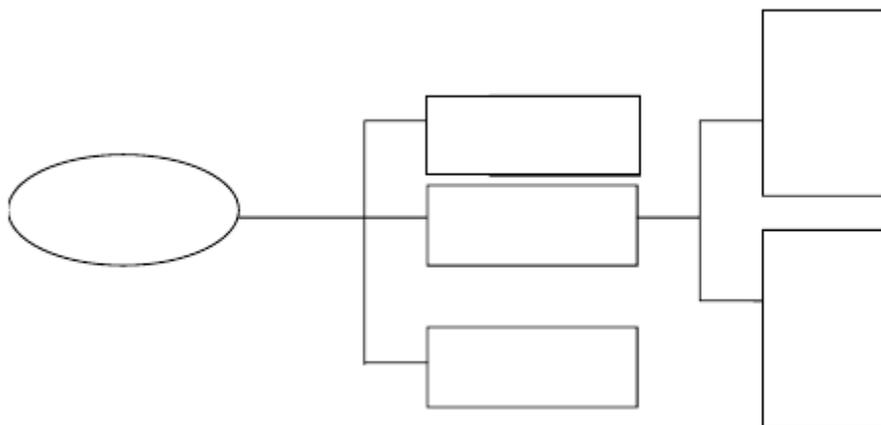
Контрольные вопросы

1. Что такое плотность? Единицы измерения плотности.
2. В чем заключается сущность вашей работы?
3. Какое практическое значение имеют эти работы для вашей будущей деятельности?
4. Сравните между собой оба метода определения плотности пикнометром и гидростатическим взвешиванием.
5. В чем различие между удельным весом и плотностью?

«Недостающее звено»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно дописать недостающую формулу. Время 12-13 мин.



«Найди пару»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно найти пару к каждому незаконченному предложению. Время 9-10 мин.

Литература:

1. А.Н.Ремизов «Медицинская и биологическая физика», Тошкент, «Ибн Сино», 1992 г.
2. О.Ахмаджонов «Курс физики», 1,2 том, Тошкент, «Укитувчи», 1987 г.
3. Н.И.Кошкин «Элементарная физика», Москва, Наука, 1991 г.
4. С.П.Совельев «Общий курс физики» 1том, Тошкент, «Укитувчи», 1973 г.
5. О.П.Шебалин «Молекулярная физика», Тошкент, «Укитувчи», 1982 г.
6. К.П. Абдурахмонов, У. Эгамов «Физика», Тошкент, 2010 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7

Тема: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА ПРАВИЛЬНОЙ ФОРМЫ, АРЕОМЕТРОМ НИКОЛЬСОНА.

Место проведения занятия: кафедра Физика, математика и ИТ, аудитория.

Приборы и принадлежности: Ареометр Никольсона, пикнометр, весы с разновесами, эталонная и исследуемая жидкость (плотность эталонной жидкости – воды – $\rho_0 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$).

Продолжительность занятия: 2 часа

Цель занятия: Ознакомление с различными методами определения плотности жидкостей, измерение плотности исследуемой жидкости.

Задания:

- Рассказать порядок выполнения лабораторной работы.
- Выполнить лабораторную работу.
- Математическая обработка результатов.
- Ответить на контрольные вопросы.

Студент должен знать: принципы работы физических приборов и принадлежностями, рассказать порядок выполнения работы, знать рабочую формулу, ответить на вопросы по теме.

Студент должен уметь: Измерять штангенциркулем и микрометром, вычислять по формуле объем и плотность.

Мотивация: Обучение студентов-провизоров физическим и биофизическим знаниям и умениям, обеспечивающим исходный уровень для изучения химических и фармацевтических дисциплин, а также необходимым в практической деятельности провизора.

Интеграция между предметами и в предмете: Научившись использовать Ареометр Никольсона, студент может воспользоваться этими знаниями по предмету

Содержания занятия: Правила техники безопасности при работе с физической аппаратурой

Теоретическая часть

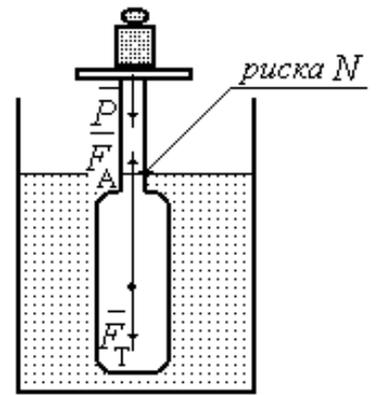
Плотность вещества – физическая величина, численно равная массе вещества в единице объема (более подробно см. раб. 2). Поэтому измерение плотности обычно сводится к измерению массы вещества и его объема или к сравнению плотности исследуемого вещества с плотностью эталонного.

Определение плотности жидкости с помощью ареометра Никольсона

Ареометр Никольсона представляет собой поплавок с утолщенной нижней частью и узкой трубкой вверху, имеющей риску N и площадку S для

размещение на ней разновесов (рис.).

Метод измерения плотности жидкостей с помощью ареометра Никольсона основан на законе Архимеда. Ареометр взвешивается (масса m), а затем последовательно помещается в эталонную (плотности ρ_0) и исследуемую (плотности ρ_1) жидкости. Каждый раз ареометр нагружается разновесами до тех пор, пока не погрузится в жидкость до риски N (массы разновесов m_0 и m_1 , соответственно для эталонной и исследуемой жидкостей).



В состоянии равновесия, когда нагруженный разновесами ареометр плавает на поверхности эталонной или исследуемой жидкости, на него действуют: сила тяжести $\bar{F}_T = m\bar{g}$, вес разновесов $\bar{P} = m_0\bar{g}$ (или $m_1\bar{g}$) и уравновешивающая их сила Архимеда $F_A = \rho_0 gV$ (или $\rho_1 gV$). Таким образом, условия плавания ареометра в эталонной и исследуемой жидкостях будут описываться, соответственно уравнениями:

$$F_T + P_0 - F_{A0} = 0$$

$$F_T + P_1 - F_{A1} = 0$$

или

$$mg + m_0g = \rho_0 gV \quad (1)$$

$$mg + m_1g = \rho_1 gV \quad (2)$$

где ρ_0 и ρ_1 - соответственно плотности эталонной и исследуемой жидкостей,

V - объем части ареометра погруженного в жидкость до риски N .

Разделим (1) на (2):

$$\frac{m + m_0}{m + m_1} = \frac{\rho_0}{\rho_1}$$

Отсюда получаем формулу для определения плотности исследуемой жидкости:

$$\rho_1 = \rho_0 \frac{m + m_1}{m + m_0} \quad (3)$$

где m - масса ареометра;

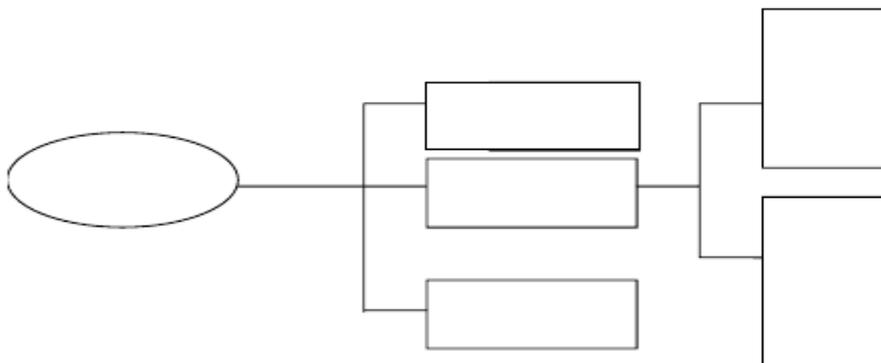
m_0 - масса разновесов, необходимых для погружения ареометра в эталонную жидкость до риски N ;

m_1 - масса разновесов, необходимых для погружения ареометра в исследуемую жидкость до риски N ;

«Недостающее звено»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно дописать недостающую формулу. Время 12-13 мин.



«Найди пару»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно найти пару к каждому незаконченному предложению. Время 9-10 мин.

Литература:

1. А.Н.Ремизов «Медицинская и биологическая физика», Тошкент, «Ибн Сино», 1992 г.
2. .О.Ахмаджонов «Курс физики», 1,2 том, Тошкент, «Укитувчи»,1987 г
3. Н.И.Кошкин «Элементарная физика», Москва, Наука, 1991 г.
4. С.П.Совельев «Общий курс физики» 1том, Тошкент, «Укитувчи», 1973 г.
5. О.П.Шебалин «Молекулярная физика», Тошкент, «Укитувчи», 1982 г.
6. К.П. Абдурахмонов, У. Эгамов «Физика», Тошкент, 2010 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ МЕТОДОМ ОБОРОТНОГО МАЯТНИКА

Место проведения занятия: кафедра Физика, математика и ИТ, аудитория.

Приборы и принадлежности: Физический маятник; секундомер.

Продолжительность занятия: 2 часа

Цель работы: Изучить закономерности колебаний обратного маятника, определить экспериментально ускорение свободного падения.

Задания:

- Рассказать порядок выполнения лабораторной работы.
- Выполнить лабораторную работу.

- Математическая обработка результатов.
- Ответить на контрольные вопросы.

Студент должен знать: принципы работы физических приборов и принадлежностями, рассказать порядок выполнения работы, знать рабочую формулу, ответить на вопросы по теме.

Студент должен уметь: Измерять обратным маятником, определить экспериментально ускорение свободного падения

Мотивация: Обучение студентов-провизоров физическим и биофизическим знаниям и умениям, обеспечивающим исходный уровень для изучения химических и фармацевтических дисциплин, а также необходимым в практической деятельности провизора.

Интеграция между предметами и в предмете: Научившись использовать Ареометр Никольсона, студент может воспользоваться этими знаниями по предмету

Содержания занятия: Правила техники безопасности при работе с физической аппаратурой

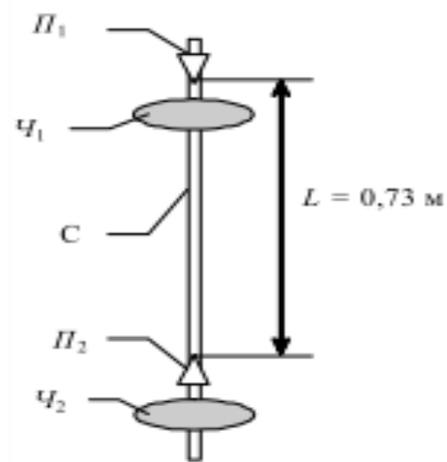


Рис. 3

Теоретическая часть

Описание установки В данной работе используется маятник особой конструкции (рис.3). Он состоит из стержня (С), двух чечевиц (Ч1 и Ч2), двух призм (П1 и П2), за которые подвешивают маятник. В процессе измерения положение чечевицы Ч2 может меняться. Путем перемещения чечевицы Ч2 можно добиться того, чтобы периоды колебаний маятника T_1 и T_2 относительно обеих призм совпадали. В этом случае расстояние между призмами будет равно приведенной длине физического маятника $l_{пр}$, а период равен периоду колебания обратного маятника $T_{об}$. Измерив $T_{об}$ и $l_{пр}$, можно по формуле (9) найти ускорение свободного падения.

Однако добиться полного совпадения периодов колебаний путем последовательного перемещения призмы чрезвычайно трудно. Поэтому в работе используется следующий метод. Измеряют периоды колебаний T_1 и T_2 относительно обеих призм при различных положениях чечевицы Ч2. Затем строят график в прямоугольной системе координат, по оси абсцисс которого откладывают положение чечевицы, а по оси ординат – T_1 и T_2 . В точке пересечения графиков периоды колебаний равны: $T_1 = T_2 = T_{об}$. В этом случае расстояние между призмами равно приведенной длине

физического маятника. У маятника в нашей лабораторной установке $l_{пр} = 0,73$ м.

Экспериментальная часть

1. Установить подвижную чечевицу в крайнее положение и зафиксировать ее стопорным устройством.

Таблица 1

№	Положение чечевицы (в делениях)	t_1 (с)	$T_1 = t_1/20$ (с)	t_2 (с)	$T_2 = t_2/20$ (с)
1	2				
2	4				
3	6				
4	8				
5	10				
6	12				
7	14				

Подвесить маятник за призму П1. Отклонить маятник на небольшой угол порядка 50 - 60 и отпустить его, одновременно включив секундомер. Отсчитать двадцать полных колебаний и отключить секундомер. Показания секундомера, т.е. время t_1 , занести в таблицу.

2. Перевернуть маятник и подвесить за призму П2 и вновь измерить время десяти полных колебаний – это время t_2 . Результат занести в таблицу.

3. Снять маятник, положить на стол, подвинуть чечевицу на одно или два деления по указанию преподавателя, зафиксировать ее стопорным устройством. Подвесить маятник и вновь произвести измерения t_1 и t_2 в порядке, указанном в пунктах 2 и 3.

4. Произвести измерения периодов колебаний на обеих призмах при всех положениях чечевицы Ч2, указанных преподавателем.

5. Построить графики зависимостей $T_1(h)$ и $T_2(h)$ (значения T_1 отмечать, например, крестиками, а T_2 – ноликами (чтобы не было путаницы)).

6. Найти точку пересечения графиков. Ордината этой точки и есть период колебаний обратного маятника $T_{об}$.

7. Вычислить ускорение свободного падения по формуле (12).

Контрольные вопросы

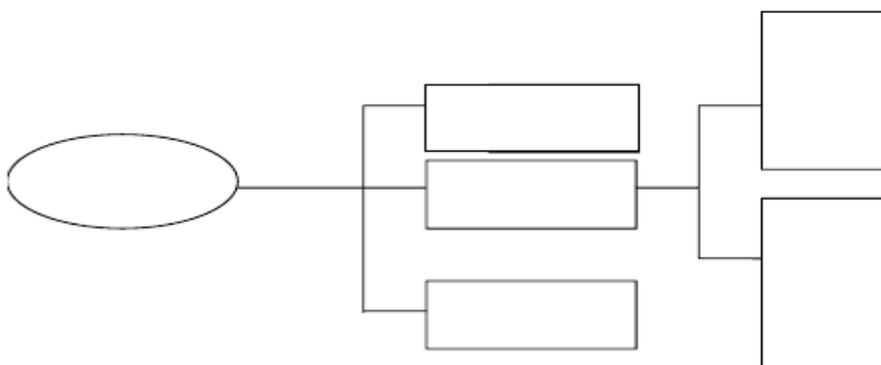
1. Запишите уравнение гармонического колебания.
2. Дайте определение частоты, циклической частоты, периода, амплитуды, элонгации, фазы гармонического колебания.

3. Найдите скорость точки при гармоническом колебании. Найдите ускорение колеблющейся точки.
4. Выведите дифференциальное уравнение гармонического колебания для физического, математического и пружинного маятников.
5. Какому условию удовлетворяет сила, действующая на материальную точку, совершающую гармоническое колебание?
6. Какая сила называется квазиупругой? Чему равен период колебания точки массой m под действием квазиупругой силы?
7. Найдите выражение для кинетической и потенциальной энергии колеблющейся точки. Чему равна полная энергия?
8. Дайте определения математического и физического маятников. Чему равны периоды их колебаний?
9. Какой маятник называется обратным?
10. Что такое приведенная длина физического маятника? Чему она равна у математического маятника?
11. Как оценить систематическую погрешность измерений?
12. Для каких целей производится измерение времени десяти колебаний, а не одного колебания?

«Недостающее звено»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно дописать недостающую формулу. Время 12-13 мин.



«Найди пару»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно найти пару к каждому незаконченному предложению. Время 9-10 мин.

Литература:

7. А.Н.Ремизов «Медицинская и биологическая физика», Тошкент, «Ибн Сино», 1992 г.

8. .О.Ахмаджонов «Курс физики», 1,2 том, Тошкент, «Укитувчи»,1987 г
9. Н.И.Кошкин «Элементарная физика», Москва, Наука, 1991 г.
10. С.П.Совельев «Общий курс физики» 1том, Тошкент, «Укитувчи», 1973 г.
- 11.О.П.Шебалин «Молекулярная физика», Тошкент, «Укитувчи», 1982 г.
12. К.П. Абдурахмонов, У. Эгамов «Физика», Тошкент, 2010 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРОТНОГО МАЯТНИКА

Место проведения занятия: кафедра Физика, математика и ИТ, аудитория.

Приборы и принадлежности: Физический маятник; секундомер.

Продолжительность занятия: 2 часа

Цель занятия: Изучить закономерности колебаний физического маятника, определить экспериментально ускорение свободного падения.

Задания:

- Рассказать порядок выполнения лабораторной работы.
- Выполнить лабораторную работу.
- Математическая обработка результатов.
- Ответить на контрольные вопросы.

Студент должен знать: принципы работы физических приборов и принадлежностями, рассказать порядок выполнения работы, знать рабочую формулу, ответить на вопросы по теме.

Студент должен уметь: Изучить закономерности колебаний физического маятника, определить экспериментально ускорение свободного падения.

Мотивация: Обучение студентов-провизоров физическим и биофизическим знаниям и умениям, обеспечивающим исходный уровень для изучения химических и фармацевтических дисциплин, а также необходимым в практической деятельности провизора.

Интеграция между предметами и в предмете: Научившись закономерности колебаний физического маятника, можно определить экспериментально ускорение свободного падения.

Содержания занятия: Правила техники безопасности при работе с физической аппаратурой.

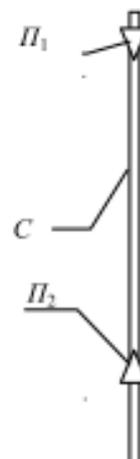
Теоретическая часть

Описание установки. В данной работе используется маятник особой конструкции (рис.). Маятник состоит из стержня (С), двух призм (П1 и П2), за которые подвешивают маятник. В процессе измерения положение одной из призм (П2) может изменяться. Путем перемещения призмы можно добиться того, чтобы периоды колебаний маятника T_1 и T_2

относительно обеих призм совпадали. В этом случае расстояние между призмами будет равно приведенной длине физического маятника $l_{пр}$, а период равен периоду колебания оборотного маятника $T_{об}$. Измерив $T_{об}$ и $l_{пр}$, ускорение свободного падения можно определить по формуле.

Однако добиться полного совпадения периодов колебаний путем последовательного перемещения призмы чрезвычайно трудно.

Поэтому в работе используется следующий метод. Измеряют периоды колебаний T_0 и T_i относительно обеих призм при различных положениях призмы $П_2$. Затем строят график в прямоугольной системе координат, по оси абсцисс которой откладывают расстояние между призмами, а по оси ординат периоды колебаний. В точке пересечения графиков периоды колебаний равны.



В этом случае расстояние между призмами равно приведенной длине физического маятника.

Для автоматического выполнения условия совпадения фазы маятника в момент включения и выключения секундомера на стержне закреплен магнетик, который включает или выключает секундомер при прохождении стержнем положения равновесия.

Опыт 1.

Целью опыта 1 является измерение периода колебаний маятника T_0 при подвесе его за неподвижную призму, закрепленную на конце стержня.

Положение магнитика на стержне можно изменять. При измерении T_0 магнетик на стержне установить вблизи подвижной призмы так, чтобы при колебаниях он проходил как можно ближе к геркону, но не задевал его. Геркон находится в медной трубке, прикрепленной к основанию установки. (Геркон – герметический контакт. Устройство с консольно выполненными пружинками, запаянными в стеклянную трубку и контактирующими под действием магнитного поля.)

1. Отклонить маятник на небольшой угол и отпустить.
2. Установить секундомер на "нуль".
3. В момент одного из максимальных отклонений от положения равновесия нажать кнопку на секундомере и не отпускать ее в течение 10 колебаний. Отсчет числа колебаний, после нажатия на кнопку, начать с числа "нуль". После 10 полных колебаний кнопку отпустить. После очередного прохода магнитика мимо геркона секундомер будет автоматически остановлен. На секундомере будет зафиксировано время 10 колебаний. Вычислить время одного колебания, и занести в таблицу.

Таблица 1

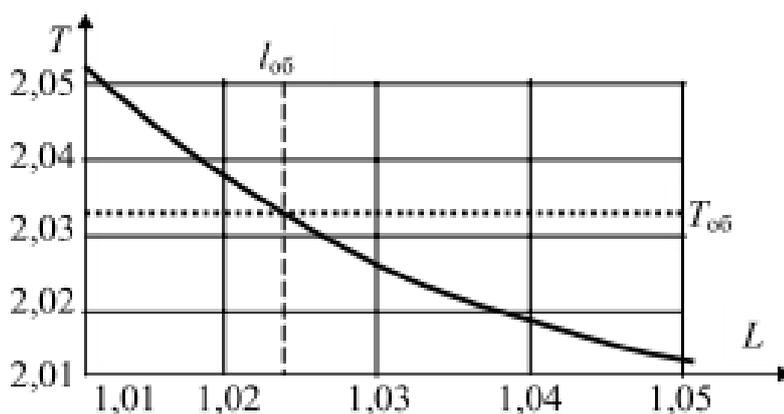
	Опыт 1 Π_1	Опыт 2 Π_2				
		$h_1=$	$h_2=$	$h_3=$	$h_4=$	$h_5=$
№ измерения	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5
1						
2						
3						
ср. значения						

4. Повторить опыт 1 еще два раза. 5. Найти среднее значение периода колебаний T_0 за эту призму. Результаты опыта занести в таблицу.

Опыт 2.

Следующие пять серий измерений периода колебаний проводятся при подвешивании за другую призму Π_2 , которую можно перемещать по стержню. Конечной целью этих измерений является нахождение такого положения второй призмы, при котором период колебаний маятника $T_{об}$ на этой призме будет равен периоду T_0 , найденному в опыте 1. Когда периоды $T_0 = T_{об}$, то расстояние между призмами будет равно приведенной длине физического маятника $l_{пр}$.

6. Подвесить маятник за призму 2. Отрегулировать положение магнетика так, чтобы он проходил как можно ближе к геркону, но не задевал его. Положение призмы определяется по шкале нанесенной на конце стержня.



Измерения периодов колебаний проводятся при положениях призмы указанных преподавателем. При каждом положении призмы проделать по три измерения периода колебаний. Найти средние значения периода при каждом положении призмы.

7. Построить график. Примерный образец графика приведен на рис. На графике по оси абсцисс откладываются расстояния между призмами, а по оси ординат среднее значение периода колебаний за призму Π_1 и пять средних значений периодов колебаний за призму Π_2 . Так как $T_0 = \text{const}$, то

график этой функции будет иметь вид прямой линии параллельной оси абсцисс.

8. Определить по графику положение призмы П2 в котором кривые пересекаются. Если установить призму П2 в это положение, то периоды колебаний маятника при подвешивании за призму П1 и П2 становятся одинаковыми. Найденное положение призмы определяет $I_{пр}$.

9. Установить призму П2 в это положение, измерить период колебаний и сравнить с T_0 . В случае если они равны, то значение $I_{пр}$ найдено правильно.

10. Подставить экспериментально найденные $I_{пр}$ и $T_{об}$ в формулу (12) и вычислить g .

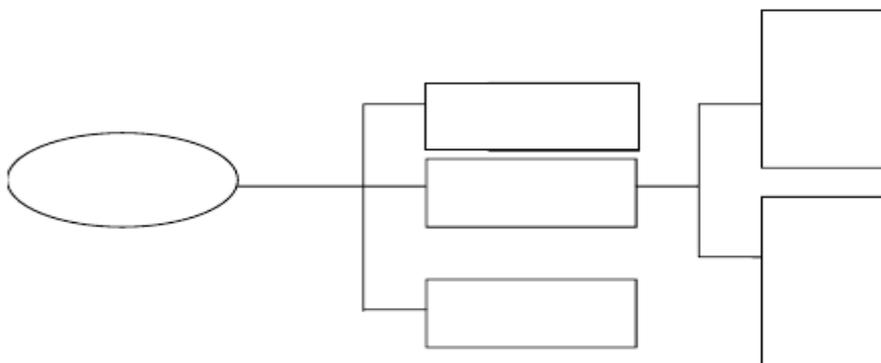
Контрольные вопросы

1. Запишите уравнение гармонического колебания.
2. Дайте определение частоты, циклической частоты, периода, амплитуды, элонгации, фазы гармонического колебания.
3. Найдите скорость точки при гармоническом колебании. Найдите ускорение колеблющейся точки.
4. Выведите дифференциальное уравнение гармонического колебания.
5. Какому условию удовлетворяет сила, действующая на материальную точку, совершающую гармоническое колебание?
6. Какая сила называется квазиупругой? Чему равен период колебания точки массой m под действием квазиупругой силы?
7. Найдите выражение для кинетической и потенциальной энергии колеблющейся точки. Чему равна полная энергия?
8. Дайте определение математического и физического маятников. Чему равны периоды их колебаний?
9. Какой маятник называется обратным?
10. Что такое приведенная длина физического маятника? Чему она равна у математического маятника?
11. Как оценить систематическую погрешность измерений?
12. Для каких целей производится измерение времени десяти колебаний, а не одного колебания?
13. Как уменьшить систематическую погрешность измерений?

«Недостающее звено»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно дописать недостающую формулу. Время 12-13 мин.



«Найди пару»

Ход работы:

Студентам раздаются листы с заданием. Нужно найти пару к каждому незаконченному предложению. Время 9-10 мин.

Литература:

13. А.Н.Ремизов «Медицинская и биологическая физика», Тошкент, «Ибн Сино», 1992 г.
14. .О.Ахмаджонов «Курс физики», 1,2 том, Тошкент, «Укитувчи», 1987 г
15. Н.И.Кошкин «Элементарная физика», Москва, Наука, 1991 г.
16. С.П.Совельев «Общий курс физики» 1 том, Тошкент, «Укитувчи», 1973 г.
17. О.П.Шебалин «Молекулярная физика», Тошкент, «Укитувчи», 1982 г.
18. К.П. Абдурахмонов, У. Эгамов «Физика», Тошкент, 2010 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Единицы Международной системы

Наименование величины	Единица измерения	Сокращенное обозначение единиц измерения
Основные единицы		
Длина	Метр	М
Масса	Килограмм	Кг
Время	Секунда	Сек
Сила электрического тока	Ампер	А
Термодинамическая температура	Градус Кельвин	К
Дополнительные единицы		
Плоский угол	Радиан	Рад
Телесный угол	Стерadian	Стер

Основные законы

Название величин	Определяющее уравнение	Название	Сокр. обозначения, установленные ГОСТом	Размерность
Площадь	$S=l^2$	Кв. метр	M^2	M^2
Объем	$V=l^3$	Куб. метр	M^3	M^3
Скорость	$u=l/t$	-	М/сек	м сек'
Ускорение	$a=v/t$	-	м/сек ²	м сек'' ²
Сила	$F=ma$	Ньютон	Н	м кг сек'' ²
Давление (напряжение)	$P=F/S$	-	Н/м ³	$M''^1 \text{ кг сек''}^2$ $M''^3 \text{ кг}$ l
Плотность	$\rho=m/V$	-	Кг/м ³	l
Удельный вес	$\rho'=V/m$	-	Н/м ³	$M'' \text{ кг сек}'$
Удельный объём	$d=P/V$	-	-	$m'' \text{ кг}$
Импульс силы	$k=Ft$	-	-	$M \text{ кг сек''}^1$
Количество движения	$K=mo$	-	-	$M \text{ кг сек''}^1$
Работа	$A=FI$	джоуль	ДЖ	$M^2 \text{ кг сек''}^2$ M^2 кг сек''^3
Мощность	$N=A/t$	ватт	Вт	
Момент силы	$M=Fl$	-	-	$M^2 \text{ кг сек''}^2$
Импульс момента силы	$L=Mt$	-	-	$M^2 \text{ кг}$ $\text{сек''}^1 M^2 \text{ кг}$
Момент инерции	$I=ml^2$	-	кгм ²	
Момент количества движения	$L=I\omega$	-	-	$M^2 \text{ кг сек''}^1$
Динамическая вязкость	$\eta, (F/S) * (dl/dy)$	-	$\sqrt{2}$ (н сек)/м	-1 -1 м кг сек
Кинематическая вязкость	$\nu=T/\rho$	-	м ² /сек	$M^2 \text{ сек''}^1$
Частота	$f=1/T$	герц .	Гц	сек''
Угловая скорость	$\omega=co/t$	-	рад/сек	сек
Угловое ускорение			рад/сек ²	-2 сек

Плотности (в г/см ³ , или 10 ³ кг/м ³ , при обычной комнатной температуре 17- 23°C)			
Алюминий Вольфрам (проволка) Германий Золото Лантан Медь Никель Ртуть (тверд.39°C)	2,70 19,3 5,46 19,3 6,15 8,89 8,8 14,19	Железо (чистое) (сварное) (чугун) (сталь) Свинец Серебро Углерод (графит) (алмаз)	7,88 7,85 7,6 7,8 11,34 10,5 2,22 3,514
Жидкости (при 15°C) Анилин Ацетон Бензин Нормальная HCl HN O NaHO NCl KOH	1,2 0,792 0,899 1,0304 1,0162 1,0322 1,0414 1,0388 1,048	Глицерин Керосин Масло Оливковое Смазочное Спирт метил Этил Эфир	1026 0,8 0,92 0,90- 0,92 0,810 0,791 0,736

Газы (в г/л при норм,
усл.)

Азот Аммиак Аргон Бром Водород Воздух Гелий Двуокись углерод	1,251 0,7708 1,783 7,139 0,0899 1,2928 0,1785 1,9768	Кислород Криптон Ксенон Метан Неон Окись углерод Фтор Хлор	1,429 3,68 5,58 0,7167 0,900 1,2502 1,69 3,220
---	--	--	--

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	5
2. Основные измерительные приборы	5
3. Лабораторная работа № 1. Определение плотности твердого тела правильной формы	13
4. Лабораторная работа №2. Устройство аналитических весов	18
5. Лабораторная работа №3. Определение ускорения силы тяжести математическим маятником	23
6. Лабораторная работа №4. Определение ускорения силы тяжести физическим маятником.....	27
7. Лабораторная работа №5. Определение плотности твердого тела гидростатическим взвешиванием	34
8. Лабораторная работа №6. Определение плотности жидкости и твердого тела пикнометром.....	37
9. Лабораторная работа №7. Определение плотности твердого тела правильной формы, ареометром Никольсона	42
10. Лабораторная работа №8. Определение ускорения свободного падения методом обратного маятника.....	45
11. Лабораторная работа №9. Определение ускорения свободного падения с помощью автоматизированного обратного маятника.....	48
12. Приложения.....	54
13. Содержание.....	57