

Стенограмма видеозаписи (псевдоэкспериментальная задача)
Video transcript (pseudo-experimental task)

N	Тема/Theme	Rus	Eng
	<p>Вступление. Приветственное слово.</p>	<p>Дорогие участники!</p> <p>Разрешите поприветствовать всех вас и поздравить с началом 6-ой олимпиады мегаполисов мира!</p> <p>Меня зовут Головнин Илья Владимирович и я один из разработчиков экспериментального тура олимпиады Мегалополисов 2021.</p> <p>Наша работа будет посвящена изучению упругих и электрических свойств нихромовой проволоки. Для этого мы будем использовать разнообразные измерительные инструменты: от обычной линейки до лазерного излучения. Вам также предстоит обработка части полученных данных с помощью специально написанной компьютерной программы.</p> <p>В связи со сложившейся обстановкой в мире, мы вынуждены опять проводить олимпиаду в дистанционном формате. Однако, я надеюсь, что вы найдете задание интересным.</p> <p>Во время предстоящей работы вам будет необходимо внимательно наблюдать за тем, что я буду делать на экспериментальной установке. Затем вам будет необходимо ответить на ряд вопросов, связанных с этой работой, снять показания с приборов, обработать экспериментальные данные, сделать некоторые выводы на основе этих данных, а также получить окончательные результаты.</p> <p>Запишите свои ответы в лист ответов. В вопросах, которые требуют словесного объяснения, используйте только английский язык и формулы. Старайтесь писать аккуратно и четко, чтобы жюри было приятно проверять ваши работы.</p> <p>Желаю удачи и начнем!</p>	<p>Dear participants!</p> <p>Let me greet all of you and congratulate you on the start of the 6th Olympiad of the world's Metropolises!</p> <p>My name is Ilya Golovnin and I am one of the developers of the experimental round of the Olympiad of Metropolises 2021.</p> <p>Our work will be devoted to the study of the elastic and electrical properties of nichrome wire. To do this, we will use a variety of measuring tools: from a regular ruler to laser radiation. You also have to process part of the data obtained using a specially written computer program.</p> <p>In connection with the current situation in the world, we are forced to hold the Olympiad in a distance format again. However, I hope you find the assignment interesting.</p> <p>During the work ahead, you will need to carefully observe what I will be doing on the experimental setup. Then you will need to answer a number of questions related to this work, take readings from the instruments, process the experimental data, draw some conclusions based on these data, and also get the final results.</p> <p>Write your answers on the answer sheet. For questions that require verbal explanation, use only English and formulas. Try to write neatly and clearly so that the jury will be pleased to check your work.</p> <p>Good luck and let's get started!</p>

	<p>Часть 1. Измерение зависимости сопротивления части проволоки от ее длины.</p>	<p>Часть 1. Измерение зависимости сопротивления части проволоки от ее длины.</p>	<p>Part 1. Measurement of the dependence of the resistance of a part of the wire on its length.</p>
		<p>Первая часть работы будет направлена на проверку формулы, описывающей зависимость сопротивления материала от длины выбранного участка.</p>	<p>The first part of the work will be aimed at checking the formula describing the dependence of the resistance of the material on the length of the selected region.</p>
		<p>Часть установки, используемая в первой части работы, представляет из себя два жестких крепления, между которыми закреплена нихромовая проволока. Важно, что нихромовая проволока находится в практически не натянутом состоянии.</p>	<p>The set-up used in the first part of the work consists of two rigid fasteners, between which a nichrome wire is fixed.</p> <p>It is important that the nichrome wire is in a practically unstressed state.</p>
		<p>Сопротивление участка проволоки будет определяться мультиметром в режиме омметра.</p> <p>Длину нихромовой проволоки будем измерять с помощью сантиметровой ленты (<i>tape-measure</i>) расположенной под проволокой.</p> <p>Мультиметр будет подключаться к нихромовой проволоке с помощью специальных зажимов типа “крокодил” (<i>crocodile clip</i>).</p> <p>Провода соединяющие зажимы с мультиметром закреплены на подставках для того, чтобы своим весом не создавать существенного дополнительного натяжения в проволоке.</p> <p>(<i>Это первый зажим “крокодил”. Это второй зажим. От них провода идут к мультиметру.</i>)</p>	<p>The resistance of the part of the wire will be determined by the multimeter in ohmmeter mode.</p> <p>The length of the nichrome wire will be measured using a tape-measure located under the wire.</p> <p>The multimeter will be connected to the nichrome wire using special crocodile clips.</p> <p>The wires connecting the clamps with the multimeter are fixed on supports so that the weight of the connection wires and clips do not create significant additional tension in the nichrome wire.</p> <p>(This is the first crocodile clip. This is the second clip. From these the wires go to the multimeter.)</p>
		<p>Ваша задача заключается в снятии показаний омметра, показывающего значение сопротивления участка проволоки, и измерении длины этого участка.</p> <p>Один из зажимов будет неподвижен во время эксперимента. А другой зажим будем передвигать.</p>	<p>Your task is to take the readings of an ohmmeter, which shows the resistance value of the nichrome wire segment, and measure the length of this segment.</p> <p>One of the clamps will be stationary during the experiment. And we will move the other clamp.</p>

		Вам необходимо следить за расположением контактов и показаниями мультиметра и занести полученные данные в таблицу.	You need to monitor the location of the contacts and the readings of the multimeter and enter the obtained data in the table.
		Приступим.	Let's get started.
	Задание 1.1	Задание 1.1. Занесите полученные данные в таблицу пункта 1.1.	Task 1.1. First...Enter the obtained data in the table in paragraph 1.1.
	Задание 1.2	Задание 1.2. Зарисуйте схему измерений в пункте 1.2 листа ответов.	Task 1.2. Second... Sketch the measurement scheme in paragraph 1.2 of the answer sheet.
	Задание 1.3	Задание 1.3. Запишите в пункте 1.3 листа ответов теоретическую формулу, описывающую связь сопротивления проволоки с ее длиной, площадью поперечного сечения и ее удельным сопротивлением.	Task 1.3. Third... Write down in paragraph 1.3 of the answer sheet a theoretical formula describing the relationship between the resistance of the nichrome wire with its length, cross-sectional area and its resistivity.
	Задание 1.4	Задание 1.4. В пункте 1.4 постройте график зависимости сопротивления участка проволоки от его длины. Аппроксимируйте полученные точки линейной функцией $R = ax + b$ и запишите значения параметров аппроксимации. Дайте краткую интерпретацию параметров аппроксимации a и b .	Task 1.4. Fouth... In paragraph 1.4, build a graph of the dependence of the resistance of the nichrome wire segment on its length. Fit the obtained points with a linear function $R = ax + b$ and write down the values of the approximation parameters. Give a brief interpretation of the approximation parameters a and b .
	Часть 2. Подготовка компьютерной программы для работы.	Часть 2. Подготовка компьютерной программы для работы.	Part 2. Preparing a computer program for work.
		На следующих этапах работы нам потребуется измерять диаметр нихромовой проволоки.	In the next stages of our work, we will need to measure the diameter of the nichrome wire.

	Измерение диаметра проволоки будет выполняться оптическим методом, а именно, с помощью измерения параметров дифракционной картины, возникающей за проволокой при освещении ее монохроматическим лазерным излучением.	The measurement of the diameter of the wire will be carried out by an optical method, namely, by measuring the parameters of the diffraction pattern that appears behind the wire when it is illuminated with monochromatic laser radiation.
	При освещении тонкой проволоки лазерным пучком свет отклоняется от своего первоначального направления, и мы можем наблюдать дифракционную картину.	When a thin wire is illuminated with a laser beam, the light deviates from its original direction and we can observe a diffraction pattern.
	Для наблюдения и измерения параметров дифракционной картины мы будем использовать экран, расположенный достаточно далеко от проволоки. Дифракционная картина состоит из центрального максимума, самого яркого, и ряда симметричных боковых максимумов, интенсивность которых постепенно уменьшается с ростом угла отклонения от центра.	To observe and measure the parameters of the diffraction pattern, we will use a screen located far enough from the wire. The diffraction pattern consists of a central maximum, the brightest, and a series of symmetrical lateral maxima, the intensity of which gradually decreases with increasing angle of deviation from the center.
	Теоретически условия для расположения минимумов и максимумов можно записать следующим образом:	Theoretically, the conditions for the location of minima and maximums can be expressed as follows:
	Такое выражение – для минимумов и	This expression is for minima and
	Вот такое выражение - для максимумов	Here is an expression - for the maxima
	где $\phi_n \min$ – угол между центральным максимумом и n -ым минимумом интенсивности, $\phi_n \max$ - угол между центральным максимумом и n -ым максимумом интенсивности, λ – длина волны падающего света, d – диаметр проволоки,	where $\phi_n \min$ is the angle between the central maximum and the n -th minimum of the intensity, $\phi_n \max$ is the angle between the central maximum and the n -th maximum of the intensity, λ is the wavelength of the incident light, d is the diameter of the wire,

		и $n = \pm 0, 1, 2, 3 \dots$ - целые числа.	and $n = \pm 0, 1, 2, 3 \dots$ are integers.
		<p>Анализ дифракционной картины на экране визуально затруднителен в силу того, что на глаз сложно точно определить положение максимумов или минимумов интенсивности света.</p> <p>Поэтому фиксация дифракционной картины будет производиться с помощью ПЗС-камеры, а обработка изображения дифракционной картины будет производиться специальной программой.</p> <p>Эта программа поможет построить график зависимости интенсивности света от координаты.</p>	<p>The analysis of the diffraction pattern on the screen is visually difficult due to the fact that it is difficult to accurately determine the position of the maxima or minima of the light intensity by eye.</p> <p>Therefore, the fixation of the diffraction pattern will be performed using a CCD camera, and the processing of the image of the diffraction pattern will be carried out by a special program.</p> <p>This program will help you build a graph of the dependence of the light intensity on the coordinate.</p>
		<p>Динамического диапазона ПЗС-камеры не хватает для корректного отображения интенсивности полной дифракционной картины.</p> <p>Это означает, что одновременно зафиксировать очень яркий центральный максимум и слабые боковые максимумы невозможно.</p> <p>Для решения этой проблемы в экране было просверлено сквозное отверстие.</p> <p>Самое интенсивное излучение центрального максимума направляется в это отверстие и ПЗС-камера его не регистрирует.</p> <p>Таким образом, мы можем рассмотреть подробно расположение боковых максимумов и минимумов на экране.</p>	<p>The dynamic range of the CCD camera is not enough to correctly display the intensity of the full diffraction pattern.</p> <p>This means that it is impossible to simultaneously record a very bright central maximum and weak side maxima.</p> <p>To solve this problem, a through hole was drilled in the screen.</p> <p>The most intense radiation from the central maximum is directed into this aperture and is not recorded by the CCD camera.</p> <p>Thus, we can examine in detail the location of the side maxima and minima on the screen.</p>

		<p>Исходное изображение с ПЗС камеры позволяет построить зависимость интенсивности света от номера пикселя камеры.</p> <p>Для того, чтобы соотнести расстояния между объектами на изображении в пикселях с реальными расстояниями необходимо провести калибровку системы.</p> <p>Это означает сопоставить координате в пикселях координату на линейке, закрепленной на экране.</p> <p>В предложенной вам компьютерной программе доступно изображение линейки, сделанное используемой камерой.</p> <p>Во всех дальнейших экспериментах взаимное расположение экрана и камеры меняться не будет, поэтому соответствие координат, отложенных по линейке, и номеров пикселей на изображении будет постоянным.</p>	<p>The original image from the CCD camera allows you to plot the dependence of the light intensity on the camera pixel number.</p> <p>In order to correlate the distances between objects in the image in pixels with real distances, it is necessary to calibrate the system.</p> <p>This means to map the coordinate in pixels to the coordinate on the ruler fixed to the screen.</p> <p>In the computer program offered to you, an image of the ruler made by the camera used is available.</p> <p>In all further experiments, the relative position of the screen and the camera will not change; therefore, the correspondence of the coordinates, plotted along the ruler, and the pixel numbers in the image will be constant.</p>
		<p>Разберемся с тем, как с помощью изображения линейки может быть произведена калибровка ПЗС камеры.</p>	<p>Let's see how the CCD camera can be calibrated using the ruler image.</p>
		<p>После запуска программы в верхней части окна отобразится список этапов выполнения экспериментальной работы (Calibrate, Step 3 и Step 4). На этапе калибровки ПЗС камеры вам необходимо открыть пункт меню "Calibrate" и в выпадающем списке выбрать единственный предложенный файл – "Calibrate.bmp".</p> <p>Для того чтобы открыть любой пункт меню, нужно щелкнуть по нему левой кнопкой мыши. Для того чтобы закрыть выпадающий список, нужно щелкнуть по пункту меню левой кнопкой мыши еще раз.</p>	<p>After starting the program, a list of the experimental work steps (Calibrate, Step 3 and Step 4) will be displayed at the top of the window.</p> <p>At the stage of CCD camera calibration, you need to open the "Calibrate" menu item and select the only offered file in the drop-down list - "Calibrate.bmp".</p> <p>In order to open any menu item, you need to click on it with the left mouse button. To close the drop-down list, left-click on the menu item again.</p>

	<p>После выбора файла Calibrate.bmp откроется изображение линейки, а также построенный по нему график зависимости интенсивности света от координаты в пикселях. Они находятся друг под другом и их данные соотносятся по вертикали.</p> <p>Минимумы графика интенсивности соответствуют сантиметровым делениям линейки.</p>	<p>After selecting the Calibrate.bmp file, a ruler image will open, as well as a graph of the dependence of the light intensity on the coordinate in pixels built on it. They are under each other and their data is vertically correlated.</p> <p>The minima of the intensity graph correspond to centimeter divisions of the ruler.</p>
	<p>Для считывания данных с графика можно использовать два перемещающихся курсора. Их можно двигать с помощью мыши, удерживая левую кнопку.</p> <p>Для более тонкой настройки положения курсоров можно использовать кнопки “Left” и “Right”, расположенные под графиком слева для левого курсора и справа для правого курсора.</p> <p>При этом на индикаторе Y1 под графиком отображается значение интенсивности в конкретной точке графика для левого курсора, а индикатор Y2 – для правого курсора.</p> <p>Также на индикаторе “Diff” отображается разница по оси x между положениями двух курсоров в пикселях.</p>	<p>Two moving cursors can be used to read data from the graph. They can be moved with the mouse while holding the left button.</p> <p>To fine-tune the position of the cursors, you can use the “Left” and “Right” buttons located under the graph on the left for the left cursor and on the right for the right cursor.</p> <p>In this case, the Y1 indicator under the graph displays the intensity value at a specific point on the graph for the left cursor, and the Y2 indicator – for the right cursor.</p> <p>Also, the “Diff” indicator displays the difference along the x-axis between the positions of the two cursors in pixels.</p>
	<p>Для удобной работы в этой части задания вы можете сдвинуть левый курсор в крайнее левое положение, а правым курсором последовательно измерять координату в пикселях для каждого штриха (деления) линейки.</p> <p>Таким образом по изображению линейки вы сможете получить таблицу соответствия сантиметровых делений линейки и номеров пикселей.</p>	<p>For convenient work in this part of the task, you can move the left cursor to the extreme left position, and with the right cursor sequentially measure the coordinate in pixels for each stroke (division) of the ruler.</p> <p>Thus, from the image of the ruler, you can get a table of correspondence between centimeter divisions of the ruler and pixel numbers.</p>
Задания к части 2.	Задания к части 2.	Tasks for part 2.
Задание 2.1	<p>Задание 2.1.</p> <p>Зарисуйте в листе ответов схему установки (а именно, расположение камеры и линейки), которая используется для получения изображения линейки для проведения дальнейшей калибровки.</p>	<p>Task 2.1.</p> <p>First... Draw in the answer sheet a diagram of the set-up(specifically, the location of the camera and the ruler), which is used to obtain an image of the ruler for further calibration.</p>

		Запустите программу для проведения обработки изображений.	Run the program for processing the images.
Задание 2.2	Задание 2.2. Обработайте в программе изображение линейки. Затем занесите полученные данные зависимости координаты на линейке x в сантиметрах от номера пикселя n на изображении в таблицу пункта 2.2 листа ответов.	Task 2.2. Second... Process the image of the ruler in the program. Then enter the obtained data of the dependence of the coordinates on the ruler x in centimeters on the pixel number n in the image into the table of paragraph 2.2 of the answer sheet.	
Задание 2.3	Задание 2.3. Постройте график зависимости величины x от величины n . Проведите по полученным экспериментальным точкам прямую вида $x = K*n + b$, которая наилучшим образом описывает зависимость и затем определите ее угловой коэффициент K .	Task 2.3. Third... Plot the value of x versus the value of n (the dependence $x(n)$). Draw a straight line of the form $x = K*n + b$ through the obtained experimental points, which best describes the dependence and then determine its slope K .	
Задание 2.4	Задание 2.4. Запишите значение коэффициента углового наклона K полученной прямой в пункт 2.4 листа ответов, а также введите его в программу для того, чтобы в дальнейшем этот коэффициент использовался для пересчета координаты в пикселях в координату в сантиметрах.	Task 2.4. Fourth... Write down the value of the angular slope coefficient K for the resulting straight line in paragraph 2.4 of the answer sheet, and also enter it into the program so that this coefficient can be used later to convert the coordinate in pixels into a coordinate in centimeters.	
	Введите коэффициент в окно “К” программы и нажмите кнопку “Apply”. После введения коэффициента на всех последующих этапах работы (Step 3 и Step 4) индикатор “Diff” будет показывать разницу между положениями курсоров в сантиметрах. Если при работе вам придется перезапустить программу, то значение коэффициента нужно будет ввести заново. Если не ввести измеренный коэффициент в окно “К”, то индикатор “Diff” будет показывать неопределенное значение – Not A Number (NaN).	Enter the coefficient into the “K” window of the program and click the “Apply” button. After entering the coefficient at all subsequent stages of work (Step 3 and Step 4), the “Diff” indicator will show the difference between the positions of the cursors in centimeters. If during operation you have to restart the program, the value of the coefficient will need to be re-entered. If you do not enter the measured coefficient into the “K” window, the “Diff” indicator will show an undefined value – Not A Number (NaN).	
Часть 3. Измерение диаметра проволоки в нерастянутом	Часть 3. Измерение диаметра нихромовой проволоки в ненапрянутом состоянии с помощью дифракционной картины.	Part 3. Measurement of the diameter of a nichrome wire in an unstressed state using a diffraction pattern.	

	<p>состоянии с помощью дифракционной картины.</p>		
		<p>После проведенной калибровки программа может быть использована для построения графика зависимости интенсивности света от координаты в сантиметрах. В этой части работы вам будет необходимо провести анализ изображения дифракционной картины при нерастянутой проволоке и определить ее диаметр.</p>	<p>After the calibration, the program can be used to plot the dependence of the light intensity on the coordinate in centimeters. In this part of the work, you will need to analyze the image of the diffraction pattern from the unstretched wire and determine its diameter.</p>
		<p>Для постановки в соответствие координате по линейке и углового направления на дифракционную картину измерим расстояние S между экраном и проволокой.</p>	<p>To match the coordinates along the ruler and the angular direction on the diffraction pattern, we measure the distance S between the screen and the wire.</p>
		<p>В компьютерной программе во вкладке “Step 3” вы можете найти изображение дифракционной картины, которое было сделано на ПЗС-камеру, аналогично изображению линейки в прошлой части работы.</p>	<p>In the computer program, in the “Step 3” tab, you can find the image of the diffraction pattern, which was taken with a CCD camera, similar to the image of the ruler in the previous part of the work.</p>
		<p>Обработка изображения производится следующим образом. На этом этапе вам необходимо открыть панель “Step 3” вверху окна программы и в выпадающем списке выбрать файл “new0.bmp”. Откроется изображение дифракционной картины, а также построенный по нему график зависимости интенсивности света от координаты в сантиметрах. Они находятся друг под другом и их данные соотносятся по вертикали.</p>	<p>Image processing is performed as follows. At this stage, you need to open the "Step 3" panel at the top of the program window and select the "new0.bmp" file from the drop-down list. An image of the diffraction pattern will open, as well as a graph of the dependence of the light intensity on the coordinate in centimeters built on it. They are under each other and their data is vertically correlated.</p>
		<p>Аналогично работе с изображением линейки для считывания данных с графика можно использовать два перемещающихся курсора. Для более тонкой настройки положения можно использовать кнопки “Left” и “Right”, расположенные под графиком слева для левого курсора, справа – для правого.</p>	<p>Similar to working with a ruler, you can use two moving cursors to read data from the graph. For more fine adjustment of the position, you can use the “Left” and “Right” buttons located under the graph on the left for the left cursor, and on the right for the right cursor.</p>

	<p>При этом на индикаторе Y1 под графиком отображается значение интенсивности в конкретной точке графика для левого курсора, а индикатор Y2 – для правого курсора. На индикаторе “Diff” отображается разница по оси x между положениями двух курсоров теперь уже в сантиметрах.</p>	<p>In this case, the Y1 indicator under the graph displays the intensity value at a specific point on the graph for the left cursor, and the Y2 indicator – for the right cursor. The “Diff” indicator displays the difference along the x-axis between the positions of the two cursors, now in centimeters.</p>
	<p>Как вы можете заметить, в центре дифракционной картины происходит избыточное засвечивание ПЗС камеры, что приводит к тому, что не все минимумы могут быть отчетливо видны на графике. Вам необходимо учитывать этот факт при подсчете номера минимума или максимума, для которого вы измеряете значение координаты.</p>	<p>As you can see, there is an excessive overexposure of the CCD camera in the center of the diffraction pattern, which leads to the fact that not all minima can be clearly visible on the graph. You need to take this fact into account when calculating the minimum or maximum number for which you are measuring the coordinate value.</p>
Задание 3	Задания к части 3.	Tasks for part 3.
Задание 3.1	<p>Задание 3.1. В пункте 3.1 листа ответов приведите схему установки для получения и изучения дифракционной картины. На нарисованной схеме обозначьте буквами необходимые расстояния, измеряемые в эксперименте.</p>	<p>Task 3.1. First... In paragraph 3.1 of the answer sheet, draw a scheme of the setup for obtaining and studying the diffraction pattern. On the drawn scheme, mark with letters the required distances measured in the experiment.</p>
Задание 3.2	<p>Задание 3.2. В пункте 3.2 листа ответов запишите измеренное расстояние между экраном и проволокой. Для облегчения визуального контроля положения проволоки мы прикрепили бумажный маркер на проволоку.</p>	<p>Task 3.2. Second... In point 3.2 of the answer sheet, write down the measured distance between the screen and the wire. To facilitate visual control of the wire position, we attached a paper marker to the wire.</p>
Задание 3.3.	<p>Задание 3.3. Во вкладке “Step 3” обработайте изображение дифракционной картины, полученное в не натянутом состоянии проволоки. С помощью полученного графика интенсивности света от координаты по линейке измерьте зависимость координаты дифракционного минимума от его номера, включая минимумы с отрицательными порядковыми номерами. Занесите полученные экспериментальные точки в таблицу пункта 3.3 листа ответов.</p>	<p>Task 3.3. Third... In the “Step 3” tab, process the image of the diffraction pattern, obtained in the unstressed state of the wire. Using the obtained graph of the light intensity versus the coordinate along the ruler, measure the dependence of the coordinate of the diffraction minimum on its number, including minima with negative ordinal numbers. Record the obtained experimental points in the table in paragraph 3.3 of the answer sheet.</p>

Задание 3.4.	<p>Задание 3.4.</p> <p>В пункте 3.4 запишите формулу, описывающую связь координаты минимумов и их номера.</p> <p>Считайте при этом, что свет распространяется под малыми углами к своему начальному направлению распространения.</p>	<p>Task 3.4.</p> <p>Fourth... In paragraph 3.4, write down the formula describing the relationship between the coordinates of the minima and their numbers.</p> <p>In this case, consider that the light propagates at small angles to its initial direction of propagation.</p>
Задание 3.5.	<p>Задание 3.5.</p> <p>В пункте 3.5 постройте график измеренной зависимости. Определите, до какого номера минимума график можно считать линейным. Найдите угловой коэффициент линейного участка графика.</p>	<p>Task 3.5.</p> <p>Fifth... In paragraph 3.5, plot the measured dependence. Determine to what minimum number the graph can be considered linear. Find the slope of a linear portion of the graph.</p>
Задание 3.6.	<p>Задание 3.6.</p> <p>Рассчитайте диаметр проволоки в ненатянутом состоянии с использованием полученного углового коэффициента графика.</p> <p>Запишите результат в пункте 3.6 .</p>	<p>Task 3.6.</p> <p>Sixth... Calculate the diameter of the unstressed nichrome wire using the obtained slope of the graph.</p> <p>Write down the result in paragraph 3.6.</p>
Часть 4. Исследование параметров нихромовой проволоки при ее растяжении.	Часть 4. Исследование параметров нихромовой проволоки при ее растяжении.	Part 4. Investigation of the parameters of nichrome wire when it is stretched.
	<p>Эта часть работы посвящена исследованию изменения диаметра и электрического сопротивления проволоки при ее деформации, а именно растяжении.</p> <p>В этом случае нихромовую проволоку уже нельзя считать находящейся в ненатянутом состоянии.</p>	<p>This part of the work is devoted to the study of the change in the diameter and electrical resistance of the wire during its deformation, namely, stretching.</p> <p>In this case, the nichrome wire can no longer be considered unstressed.</p>
	<p>В конструкции крепления проволоки предусмотрен механизм для ее постепенного растяжения.</p> <p>Левый край проволоки можно перемещать с шагом в одно деление, тем самым растягивая проволоку.</p>	<p>The wire fastening structure provides a mechanism for its gradual stretching.</p> <p>The left edge of the wire can be moved in increments of one division, thereby stretching the wire.</p>
	<p>В механизме крепления проволоки с этого конца присутствует пружина с достаточно большим коэффициентом упругости.</p>	<p>A spring with a sufficiently large coefficient of elasticity is present in the mechanism for fastening the wire from this end.</p>

	Это нужно для того, чтобы при постепенном растяжении проволоки не происходило резких движений, от которых она может разорваться.	This is necessary so that when the wire is gradually stretched, there are no sudden movements, from which it can break.
	По итогу выполнения этой части работы вам будет необходимо определить коэффициент Пуассона исследуемой проволоки, а также определить, меняется ли удельное сопротивление проволоки при растяжении.	As a result of this part of the work, you will need to determine the Poisson's ratio of the wire under study, and also determine whether the electrical resistivity of the wire changes when it is stretched.
	Коэффициент Пуассона – это величина отношения относительного поперечного сжатия к относительному продольному растяжению, умноженная на минус единицу. Этот коэффициент является характеристикой материала.	Poisson's ratio is the ratio of the relative lateral compression to the relative longitudinal tension multiplied by minus one. This factor is a characteristic of the material.
	В приведенной формуле μ – коэффициент Пуассона, Δd – изменение диаметра проволоки, d – текущий диаметр проволоки, Δl – изменение длины проволоки, l – текущая длина проволоки.	In this formula μ is Poisson's ratio, Δd is the change in wire diameter, d is the current wire diameter, Δl is the change in wire length, and l is the current wire length.
	Для определения сопротивления проволоки будет использоваться четырехточечный метод. Этот метод необходим для исключения из измеряемого сопротивления величин сопротивлений подводящих проводов и сопротивлений контактов.	The four-point probes method will be used to determine the resistance of the wire. This method is necessary to exclude the resistance of the lead wires and the resistance of the contacts from the measured resistance.
	Мы будем использовать два мультиметра, один в качестве амперметра, а другой в качестве вольтметра. Источник напряжения, в нашем случае батарейка, амперметр и большой участок проволоки включаются в цепь последовательно.	We will use two multimeters, one as an ammeter and one as a voltmeter. A voltage source, in our case a battery, the ammeter and a larger section of wire, are connected in series in the circuit.
	Вольтметр подключается к исследуемому участку проволоки меньшего размера, находящемуся внутри большего участка проволоки.	The voltmeter is connected to the investigated section of the wire of a smaller size, which is located inside the larger section of the wire.

		В этом случае амперметр измеряет ток, текущий через исследуемый участок проволоки, а вольтметр измеряет падение напряжения на этом участке.	In this case, the ammeter measures the current flowing through the investigated section of the wire, and the voltmeter measures the voltage drop in this section.
		Таким образом, отношение их показаний будет являться сопротивлением исследуемого участка, не включая сопротивление подводящих проводов и контактов.	Thus, the ratio of their readings will be the resistance of the investigated section of the wire, excluding the resistance of the lead wires and contacts.
		Стоит отметить, что такой метод может оказаться неточным в том случае, если сопротивление вольтметра окажется сравнимым с сопротивлением исследуемого участка проволоки, В нашем случае сопротивление вольтметра много больше сопротивления проволоки, поэтому проводимостью вольтметра в сравнении с проводимостью проволоки можно пренебречь.	It should be noted that this method may turn out to be inaccurate if the resistance of the voltmeter is comparable to the resistance of the investigated section of the wire. In our case, the resistance of the voltmeter is much higher than the resistance of the wire, so the conductivity of the voltmeter in comparison with the conductivity of the wire can be neglected.
		Далее в эксперименте проволока будет постепенно растягиваться. Для контроля ее растяжения необходимо измерить координаты правого и левого края исследуемого участка.	Further in the experiment, the wire will gradually stretch. To control its stretching, it is necessary to measure the coordinates of the right and left edges of the investigated area.
		В процессе растяжения необходимо записывать показания вольтметра и амперметра. Также будет проводиться запись дифракционных картин. Эти изображения вы можете найти в программе во вкладке “Step 4”.	During the stretching process, it is necessary to record the readings of the voltmeter and ammeter. Diffraction patterns will also be recorded. You can find these images in the program in the “Step 4” tab.
	Задания к части 4	Задания к части 4.	Tasks for part 4.
	Задание 4.1.	Задание 4.1. Запишите значения координат контактов для исследуемого участка проволоки и показания вольтметра и амперметра в таблицу пункта 4.1 В компьютерной программе во вкладке “Step 4” вам предоставлены пронумерованные изображения дифракционной картины, их номер совпадает с номером этапа растяжения проволоки.	Task 4.1. First... Record the values of the coordinates of the contacts for the investigated section of the wire, and the readings of the voltmeter and ammeter in the table of paragraph 4.1 In the computer program, in the “Step 4” tab, you are provided with numbered images of the diffraction pattern, their number coincides with the number of the wire stretching stage.

	<p>В предыдущей части работы вы уже определили, что координата минимума линейно зависит от его порядкового номера.</p> <p>Поэтому в данной части работы для определения диаметра проволоки достаточно выбрать два любых минимума и найти расстояние между ними.</p> <p>Подумайте над тем, какие минимумы нужно выбирать для увеличения точности ваших измерений.</p>	<p>In the previous part of the work, you have already determined that the coordinate of the minimum linearly depends on its ordinal number.</p> <p>Therefore, in this part of the work, to determine the diameter of the wire, it is enough to select any two minima and find the distance between them.</p> <p>Think about what minimums you need to choose to increase the accuracy of your measurements.</p>
Задание 4.2.	<p>Задание 4.2.</p> <p>В пункте 4.2 запишите номера выбранных минимумов, расстояние между которыми будет измеряться.</p> <p>Проверьте на всех изображениях, что выбранные вами минимумы остаются в диапазоне корректных измерений.</p> <p>Для каждой дифракционной картины измерьте расстояние между выбранными минимумами и внесите его в соответствующий столбец таблицы в пункте 4.1.</p>	<p>Task 4.2.</p> <p>Second... In paragraph 4.2, write down the numbers of the selected minima, the distance between which will be measured.</p> <p>Check in all images that the minimums you selected remain within the correct measurement range.</p> <p>For each diffraction pattern, measure the distance between the selected minima and enter it in the appropriate column of the table in paragraph 4.1.</p>
Задание 4.3.	<p>Задание 4.3.</p> <p>В пункте 4.3 запишите следующие формулы:</p> <p>а) формулу для определения длины исследуемого участка проволоки,</p> <p>б) формулу для расчета электрического сопротивления исследуемого участка проволоки,</p> <p>с) выражение для расчета диаметра проволоки.</p> <p>Это необходимо для последующего расчета всех требуемых параметров на основе данных из таблицы в пункте 4.1.</p>	<p>Task 4.3.</p> <p>Third... In paragraph 4.3, write down the following formulas:</p> <p>а) the formula for determining the length of the investigated section of the wire,</p> <p>б) the formula for calculating the electrical resistance of the investigated section of the wire,</p> <p>с) expression for calculating the diameter of the wire.</p> <p>This is necessary for the subsequent calculation of all required parameters based on the data from the table in paragraph 4.1.</p>
Задание 4.4.	<p>Задание 4.4.</p> <p>Внесите в таблицу пункта 4.4 листа ответов значения</p> <ul style="list-style-type: none"> - длины выбранного участка проволоки, -его электрического сопротивления и -значения диаметра проволоки для каждого этапа растяжения. 	<p>Task 4.4.</p> <p>Fourth... Write down in the table of paragraph 4.4 of the answer sheet</p> <ul style="list-style-type: none"> - the length of the selected wire section, - its electrical resistance and - wire diameter values for each stretching step.
Задание 4.5	<p>Задание 4.5.</p> <p>Определение коэффициента Пуассона дается для малых относительных изменений размеров объекта.</p>	<p>Task 4.5.</p> <p>Fifth... The definition of Poisson's ratio is given for small relative changes in the size of the object.</p>

	<p>Однако, в предложенном эксперименте изменение геометрических размеров нельзя считать малыми.</p> <p>Используя выражение для коэффициента Пуассона получите связь между логарифмом диаметра и логарифмом длины участка проволоки. Это можно сделать с помощью интегрирования.</p> <p>Рассчитайте соответствующие значения логарифмов этих величин и запишите значения в таблицу пункта 4.4.</p>	<p>However, in the proposed experiment, the change in geometric dimensions cannot be considered small.</p> <p>Using the expression for Poisson's ratio, obtain the relationship between the logarithm of the diameter and the logarithm of the length of the wire section. This can be done using integration.</p> <p>Calculate the corresponding values of the logarithms of these quantities and write down the values in the table in paragraph 4.4.</p>
Задание 4.6.	<p>Задание 4.6.</p> <p>В пункте 4.6 постройте график зависимости логарифма диаметра проволоки от логарифма ее длины.</p> <p>Определите с помощью полученного графика коэффициент Пуассона проволоки.</p> <p>В пункте 4.6 листа ответов запишите полученное значение коэффициента Пуассона.</p>	<p>Task 4.6.</p> <p>Sixth... In paragraph 4.6, plot the dependence of the logarithm of the wire diameter on the logarithm of its length.</p> <p>Determine the Poisson's ratio of the wire using the resulting graph.</p> <p>In point 4.6 of the answer sheet, write down the resulting Poisson's ratio.</p>
Задание 4.7.	<p>Задание 4.7.</p> <p>В пункте 4.7 запишите вывод формулы для зависимости логарифма сопротивления проволоки от логарифма ее длины, считая удельное сопротивление проволоки постоянным.</p> <p>Примите к сведению, что площадь сечения проволоки зависит от ее диаметра, который в свою очередь тоже зависит от длины проволоки. Эту зависимость вы нашли в пункте 4.6.</p> <p>Запишите значения логарифмов сопротивления участка проволоки на каждом этапе растяжения в таблицу пункта 4.3 листа ответов.</p>	<p>Task 4.7.</p> <p>Seventh... In paragraph 4.7, write down the derivation of the formula for the dependence of the logarithm of the resistance of the wire section on the logarithm of its length, assuming the resistivity of the wire to be constant.</p> <p>Please note that the cross-sectional area of the wire depends on its diameter, which in turn also depends on the length of the wire. You found this dependency in paragraph 4.6.</p> <p>Write down the values of the logarithms of the resistance of the wire section at each stage of stretching in the table in paragraph 4.3 of the answer sheet.</p>
Задание 4.8.	<p>Задание 4.8.</p> <p>В пункте 4.8 листа ответов постройте график зависимости логарифма сопротивления участка проволоки от логарифма его длины.</p> <p>Определите угловой коэффициент полученного графика и запишите его в лист ответов.</p>	<p>Task 4.8.</p> <p>Eighth... In paragraph 4.8 of the answer sheet, plot the dependence of the logarithm of the resistance of the wire section on the logarithm of its length.</p> <p>Determine the slope of the resulting graph and write it down on the answer sheet.</p>

	Задание 4.9	<p>Задание 4.9.</p> <p>На основе сравнения полученных значений угловых коэффициентов графиков из пунктов 4.6 и 4.8 сделайте вывод о том, как изменяется удельное сопротивление при увеличении длины проволоки. Отметьте свой выбор в пункте 4.9 и дайте краткое пояснение.</p>	<p>Task 4.9.</p> <p>Nineth.. Based on a comparison of the obtained values of the slopes for the graphs from paragraphs 4.6 and 4.8, draw a conclusion about how the resistivity changes with increasing wire length. Underline your choice in paragraph 4.9 and provide a brief explanation.</p>
	Часть 5. Определение термического коэффициента сопротивления.	Часть 5. Определение термического коэффициента сопротивления.	Part 5. Determination of the thermal resistance coefficient.
		В пятой части работы мы будем измерять зависимость сопротивления нихромовой проволоки от температуры.	In the fifth part of the work, we will measure the dependence of the resistance of the nichrome wire on temperature.
		Сопротивление проволоки слабо зависит от температуры, поэтому необходимо проводить измерение изменений сопротивления с высокой точностью. Рассмотрим последовательное соединение проволоки с некоторым другим опорным сопротивлением. Подключим их к источнику питания.	The resistance of the wire is weakly dependent on temperature; therefore, it is necessary to measure the changes in resistance with high accuracy. Consider a series connection of a wire with some other reference resistance. Let's connect them to the power source.
		При изменении сопротивления проволоки, распределение напряжений между проволокой и опорным сопротивлением также будет изменяться. Однако, прямое измерение напряжения на проволоке не позволит зарегистрировать его небольшое изменение в силу малой точности используемых приборов.	As the wire resistance changes, the voltage distribution between the wire and the reference resistance will also change. However, direct measurement of the voltage on the wire will not allow registering its small change due to the low accuracy of the used instruments.
		Например, мультиметр при диапазоне измерений 20 вольт сможет измерять напряжения лишь с точностью до одной десятой вольта, в то время как изменение напряжения может составлять всего несколько милливольт. Таким образом зарегистрировать это изменение напряжения не удастся.	For example, a multimeter with a measurement range of 20 volts will be able to measure voltages only with an accuracy of one tenth of a volt, while the voltage change can be only a few millivolts. Thus, it will not be possible to register this change in voltage.
		Для преодоления этой проблемы необходимо сместить опорную точку по напряжению.	To overcome this problem, you need to offset the voltage reference point.

	<p>То есть нужно измерять падение напряжения на проволоке не относительно отрицательного полюса источника питания, а относительно другой смещенной по напряжению точки.</p> <p>Для этого параллельно исходным сопротивлениям подключим последовательно два резистора и выберем точку их соединения в качестве опорной.</p> <p>Получившаяся схема носит название мостиковой.</p>	<p>That is, you need to measure the voltage drop across the wire, not relative to the negative pole of the power source, but relative to another voltage-offset point.</p> <p>To do this, parallel to the original resistances, we connect two resistors in series and select the point of their connection as a reference.</p> <p>The resulting circuit is called a bridge circuit.</p>
	<p>Если напряжение между исследуемой точкой и опорной точкой равно нулю, то мост называется сбалансированным.</p>	<p>If the voltage between the point under investigation and the reference point is zero, then the bridge circuit is called balanced.</p>
	<p>При небольшом изменении сопротивления проволоки, потенциал исследуемой точки также будет меняться мало.</p> <p>Несмотря на это, такое изменение напряжения будет возможно зафиксировать поскольку в такой схеме измерение можно проводить на самом чувствительном диапазоне измерений мультиметра.</p> <p>Так при использовании диапазона измерений в 200 милливольт точность результата составляет несколько десятых милливольт.</p>	<p>With a small change in the resistance of the wire, the potential of the investigated point will also change little.</p> <p>Despite this, it will be possible to record this voltage change, since in such a circuit the measurement can be carried out on the most sensitive measurement range of the multimeter.</p> <p>So, for example, when using a measurement range of 200 millivolts, the accuracy of the result is a few tenths of a millivolt.</p>
	<p>Для возможности точной настройки первоначального баланса мостиковой схемы в ветку с опорной точкой будет вставлен многооборотный переменный резистор.</p>	<p>A multi-turn variable resistor will be inserted into the reference point branch to be able to fine tune the initial balance of the bridge circuit.</p>
	<p>Напряжение на проволоке зависит как от сопротивления проволоки, так и от напряжения источника питания.</p> <p>Так как измеряемые изменения напряжения крайне малы, то колебания напряжения источника питания могут оказаться существенными.</p>	<p>The voltage across the wire depends on both the resistance of the wire and the voltage of the power source.</p> <p>Since the measured voltage changes are extremely small, fluctuations in the power supply voltage can be significant.</p>
	<p>Для исключения этой проблемы будем использовать в качестве источника питания стабилизатор напряжения на $U = 2,500 \text{ V}$.</p>	<p>To eliminate this problem, we will use a voltage stabilizer at $U = 2.500 \text{ V}$ as a power source.</p>

	Его напряжение остается постоянным с течением времени с точностью до единиц милливольт.	Its voltage remains constant over time with an accuracy of the millivolts.
	Для проведения измерений намотаем достаточно длинный участок нихромовой проволоки на пластиковый цилиндр и поместим его в пластиковую пробирку. Подключим проволоку в электрическую цепь по мостовой схеме.	To take measurements, wind a long enough section of nichrome wire around a plastic cylinder and place it in a plastic tube. We connect the wire to the electrical circuit using a bridge circuit.
	Эксперимент будет проводиться следующим образом. Для изменения температуры пробирку с проволокой будем погружать в горячую воду. По мере остывания воды будем измерять разность потенциалов между точками А и В, как показано на рисунке. Для измерения температуры проволоки мы прикрепили температурный датчик внутри пластиковой пробирки в непосредственной близости от проволоки.	The experiment will be carried out as follows. To change the temperature, we will dip the plastic tube with nichrome wire into hot water. As the water cools down, we will measure the potential difference between points A and B, as shown in the figure. To measure the temperature of the wire, we attached a temperature sensor inside a plastic tube close to the wire.
	В результате выполнения этой части работы вам будет необходимо найти значение температурного коэффициента сопротивления для нихромовой проволоки.	As a result of performing this part of the work, you will need to find the value of the temperature coefficient of resistance for nichrome wire.
	Температурный коэффициент электрического сопротивления — это величина, равная относительному изменению сопротивления участка электрической цепи при изменении температуры на один градус.	The temperature coefficient of electrical resistance is a value equal to the relative change in the resistance of a part of an electrical circuit when the temperature changes by one degree.
	В приведенной формуле ΔR — это изменение сопротивления проволоки, ΔT — это изменение температуры, а R_0 — это начальное сопротивление проволоки при комнатной температуре.	In the above formula ΔR is the change in wire resistance, ΔT is the change in temperature, and R_0 is the initial resistance of the wire at room temperature.
	На макетной плате мы собрали электрическую схему, которая обсуждалась ранее.	On the breadboard, we assembled the electrical circuit that was discussed earlier.

	<p>На макетной плате находится стабилизатор напряжения и мостиковая схема. Пластиковая пробирка с нихромовой проволокой находится в стакане. Это индикатор термометра. Этот вольтметр измеряет напряжение между точками А и В. Этот вольтметр измеряет напряжение на проволоке.</p>	<p>The breadboard contains a voltage stabilizer and a bridge circuit. A plastic test tube with nichrome wire is in a cup. This is a temperature indicator. This voltmeter measures the voltage between points A and B and This voltmeter measures the voltage on the wire.</p>
	<p>Начнем эксперимент. Вращая ручку переменного резистора, добьемся нулевого показания вольтметра, подключенного между точками А и В. Теперь измерим напряжения на проволоке U_t при комнатной температуре.</p>	<p>Let's start the experiment. Turning the knob of the variable resistor, we achieve a zero reading of the voltmeter connected between points A and B. Now let's measure the voltage on the wire U_t at room temperature.</p>
	<p>После этого зальем горячую воду в стакан, содержащий пробирку с нихромовой проволокой. Во время этого эксперимента вам необходимо снять зависимость напряжения между точками А и В от температуры проволоки.</p>	<p>After that, pour hot water into a cup containing a plastic tube with nichrome wire. During this experiment, you need to read the dependence of the voltage between points A and B on the temperature of the wire.</p>
	Задания к части 5.	Tasks for part 5.
Задание 5.1.	<p>Задание 5.1. Занесите данные о начальном напряжении U_t на проволоке при комнатной температуре в пункт 5.1 листа ответов.</p>	<p>Task 5.1. First... Record the value of the voltage on the wire at room temperature U_t in paragraph 5.1 of the answer sheet.</p>
Задание 5.2	<p>Задание 5.2. Запишите полученные в эксперименте значения напряжения между точками А и В и соответствующие им значения температуры в таблицу пункта 5.2 листа ответов.</p>	<p>Task 5.2. Second... Record the voltage values obtained in the experiment between points A and B and the corresponding temperature values in the table in paragraph 5.2 of the answer sheet.</p>
Задание 5.3.	<p>Задание 5.3. Нарисуйте электрическую схему в пункте 5.3 листа ответов и обозначьте буквами параметры, необходимые для дальнейших расчётов.</p>	<p>Task 5.3. Third... Draw an electrical diagram in paragraph 5.3 of the answer sheet and mark with letters the parameters necessary for further calculations.</p>

	Задание 5.4.	<p>Задание 5.4.</p> <p>а) В пункте 5.4 а) напишите вывод формулы, выражающей изменение сопротивления проволоки ΔR через ее сопротивление при комнатной температуре R_0, напряжение источника питания $U = 2500$ мВ и напряжение U_t на проволоке при комнатной температуре. Считайте изменение сопротивления проволоки малым.</p> <p>б) В пункте 5.4 б) напишите вывод формулы, выражающей напряжение между точками А и В через температуру, напряжение питания, напряжение U_t на проволоке при комнатной температуре и термический коэффициент сопротивления проволоки.</p> <p>Запишите итоговые формулы в пункт 5.4 листа ответов.</p>	<p>Task 5.4.</p> <p>Fourth.</p> <p>4 a) In paragraph 5.4 a), write the derivation of the formula expressing the change in the resistance of the wire ΔR through its resistance at room temperature R_0, the voltage of the power source $U = 2500$ mV and the voltage U_t on the wire at room temperature. Consider the change in wire resistance small.</p> <p>4 b) In paragraph 5.4 b), write the derivation of the formula expressing the voltage between points A and B through temperature, supply voltage, voltage U_t on the wire at room temperature and the thermal coefficient of resistance of the wire.</p> <p>Write down the final formulas in paragraph 5.4 of the answer sheet.</p>
		<p>Задание 5.5.</p> <p>В пункте 5.5 постройте график зависимости напряжения между точками А и В от температуры. Ответьте, какую часть графика можно считать линейной и учитывать при определении температурного коэффициента сопротивления.</p> <p>Используя полученную в пункте 5.4 б) формулу, определите из графика температурный коэффициент сопротивления материала проволоки в выбранном вами диапазоне температур.</p> <p>Запишите полученное значение коэффициента и диапазон температур, который вы использовали в пункте 5.5 листа ответов.</p>	<p>Task 5.5.</p> <p>Fifth... In paragraph 5.5, plot the dependence of the voltage between points A and B from temperature. Answer what part of the graph can be considered linear and taken into account when determining the temperature coefficient of resistance.</p> <p>Using the formula obtained in paragraph 5.4 b), determine from the graph the temperature coefficient of resistance of the wire material in the temperature range you selected.</p> <p>Write down the obtained coefficient value and the selected temperature range in point 5.5 of the answer sheet.</p>
	Часть 6	Часть 6. Исследование упругих деформаций проволоки.	Part 6. Investigation of elastic deformations of the wire.
		В части 4 этой работы мы исследовали параметры проволоки при ее пластической деформации.	In part 4 of this work, we investigated the parameters of the wire under its plastic deformation.

	<p>В этой части работы проволока будет растягиваться упруго.</p> <p>Ваша задача будет состоять в том, чтобы определить границу упругих деформаций проволоки, а также найти значение модуля Юнга для материала проволоки.</p>	<p>In this part of the work, the wire will be stretched elastically.</p> <p>Your task will be to determine the limit of elastic deformations of the wire, as well as find the value of Young's modulus for the wire material.</p>
	<p>Модуль Юнга – это величина, характеризующая способность материала сопротивляться растяжению.</p> <p>На экране вы видите формулу, по которой можно рассчитать значение модуля Юнга.</p> <p>Здесь</p> <p>ΔF —приращение силы перпендикулярной к некоторой выделенной поверхности,</p> <p>S — площадь этой поверхности, по которой распределено действие силы,</p> <p>l — длина деформируемого тела,</p> <p>Δl — модуль изменения длины тела в результате упругой деформации.</p>	<p>Young's modulus is a quantity that characterizes the ability of a material to resist stretching.</p> <p>On the screen, you see the formula by which you can calculate the value of Young's modulus.</p> <p>Here</p> <p>ΔF is the increment of the force perpendicular to some selected surface,</p> <p>S is the area of this surface over which the action of the force is distributed,</p> <p>l is the length of the deformable body,</p> <p>Δl is the modulus of change in body length as a result of elastic deformation.</p>
	<p>В диапазоне упругих деформаций длина проволоки изменяется очень мало, и измерить это изменение напрямую не представляется возможным.</p> <p>Но по результатам работы в части 4 вами была получена зависимость сопротивления проволоки от ее длины.</p> <p>Благодаря этому стало возможным измерение изменения длины проволоки через изменение ее сопротивления.</p>	<p>In the range of elastic deformations, the wire length changes very little, and it is not possible to measure this change directly.</p> <p>But according to the results of work in part 4, you have obtained the dependence of the resistance of the wire on its length.</p> <p>This made it possible to measure the change in the length of the wire through the change in its resistance.</p>
	<p>Сопротивление проволоки при ее малых упругих деформациях будет изменяться незначительно, однако оно может быть измерено с высокой точностью с помощью мостовой схемы.</p> <p>Для дополнительного увеличения точности измерений можно увеличить разность потенциалов между точками А и В. Для этого будем использовать усилитель напряжения с коэффициентом усиления 40.</p> <p>Это усиленное напряжение и будет измерять вольтметр.</p>	<p>The resistance of the wire at its small elastic deformations will change insignificantly, but it can be measured with high accuracy using a bridge circuit.</p> <p>To further improve the measurement accuracy, you can increase the potential difference between points A and B.</p> <p>For this we will use a voltage amplifier with a gain of 40.</p> <p>This amplified voltage will be measured by a voltmeter.</p>
	<p>Как и в предыдущих частях работы левый конец проволоки будет прикрепляться к пружине.</p>	<p>As in the previous parts of the work, the left end of the wire will be attached to the spring.</p>

	<p>Но сейчас пружина имеет меньший коэффициент упругости.</p> <p>По удлинению этой пружины мы сможем определить силу, с которой растягивается проволока.</p>	<p>But now the spring has a lower coefficient of elasticity.</p> <p>By the elongation of this spring, we can determine the force with which the wire is stretched.</p>
Калибровка пружины		
	<p>Для этого изначально нужно получить зависимость силы упругости, возникающей в пружине, от ее растяжения, то есть провести калибровку пружины.</p> <p>Подвесим пружину вертикально, и будем прикреплять к ней грузы известной массы.</p>	<p>To do this, initially it is necessary to obtain the dependence of the elastic force arising in the spring on its extension, that is, to calibrate the spring.</p> <p>We attach the spring vertically, and we will stretch it with weights of a known mass.</p>
	<p>Масса каждого груза равна 50 грамм.</p> <p>Пружина под действием силы тяжести грузов будет растягиваться, и мы будем измерять зависимость длины пружины от растягивающей ее силы.</p> <p>Длину пружины можно определить по координатам прикрепленных маркеров.</p>	<p>The mass of each load is 50 grams.</p> <p>The spring will stretch under the action of the weights, and we will measure the dependence of the length of the spring on the force stretching it.</p> <p>The length of the spring can be determined from the coordinates of the attached markers.</p>
	<p>Вам необходимо фиксировать значения удлинений пружины и суммарной массы, подвешенных к ней грузов.</p>	<p>You need to record the values of the spring elongation and the total mass of the weights.</p>
	<p>По измеренным данным вы сможете рассчитать коэффициент упругости пружины.</p>	<p>From the measured data, you can calculate the coefficient of elasticity for this spring.</p>
Эксперимент		
	<p>Перейдем к основному эксперименту.</p>	<p>Let's move on to the main experiment.</p>
	<p>Экспериментальная установка выглядит следующим образом.</p> <p>Нихромовая проволока жестко закреплена с правого края.</p> <p>И прикреплена к пружине с маленьким коэффициентом упругости с левого края.</p> <p>Проволока является частью мостовой схемы. Она подключается в электрическую схему с помощью двух клемм типа крокодил.</p>	<p>The experimental setup looks like this.</p> <p>Nichrome wire is rigidly fixed on the right edge.</p> <p>And it is attached to a spring with a small coefficient of elasticity on the left edge.</p> <p>The wire is part of the bridge circuit. It is connected to the electrical circuit using two crocodile clips.</p>

	<p>К точкам А и В мостовой схемы подсоединен усилитель с коэффициентом усиления 40. Усиленное напряжение измеряется вот этим вольтметром.</p> <p>Начальное напряжение на проволоке измеряется вот этим вольтметром.</p>	<p>An amplifier with a gain of 40 is connected to points A and B of the bridge circuit. The amplified voltage is measured with this voltmeter.</p> <p>The initial voltage across the wire is measured with another voltmeter.</p>
	<p>Будем растягивать проволоку с помощью пружины. Длину пружины можно определить по координатам специально прикрепленных к пружине маркеров.</p> <p>Также на каждом этапе растяжения вам необходимо фиксировать показания вольтметра, подключенного к усилителю.</p>	<p>We will stretch the wire using a spring.</p> <p>The length of the spring can be determined by the coordinates of the markers specially attached to the spring.</p> <p>Also, at each stage of stretching, you need to record the readings of the voltmeter connected to the amplifier.</p>
Задание к части 6	Задание к части 6	Tasks for part 6
Задание 6.1.	<p>Задание 6.1.</p> <p>Занесите в таблицу пункта 6.1. данные подготовительного эксперимента, а именно, координаты маркеров пружины (x_1 и x_2) и массу груза (m) на пружине. По измеренным данным рассчитайте длину пружины (x) и силу нагрузки на пружину (F) для каждого этапа растяжения.</p> <p>Внесите полученные значения в таблицу пункта 6.1.</p>	<p>Task 6.1.</p> <p>First... Enter the data of the preliminary experiment in the table of paragraph 6.1, namely, the coordinates of the spring markers (x_1 and x_2) and the mass of the load (m) on the spring.</p> <p>From the measured data, calculate the spring length (x) and the spring load force (F) for each stretch step.</p> <p>Enter the obtained values in the table of paragraph 6.1.</p>
Задание 6.2.	<p>Задание 6.2.</p> <p>В пункте 6.2 постройте график зависимости силы нагрузки на пружину от ее длины $F(x)$.</p> <p>Аппроксимируйте график линейной функцией ($F = ax + b$) и запишите величины коэффициентов аппроксимации.</p> <p>Дайте краткую интерпретацию полученных коэффициентов.</p>	<p>Task 6.2.</p> <p>Second... In paragraph 6.2, plot the dependence of the spring load force on the spring length $F(x)$.</p> <p>Fit the graph with a linear function ($F = ax + b$) and write down the values of the approximation coefficients.</p> <p>Give a brief interpretation of the obtained coefficients.</p>
Задание 6.3.	<p>Задание 6.3.</p> <p>В таблицу пункта 6.3 запишите координаты маркеров на пружине и показания мультиметра на каждом этапе растяжения проволоки, то есть усиленное напряжение между точками А и В. Рассчитайте длину пружины на каждом этапе деформации и также занесите эти данные в таблицу пункта 6.3.</p>	<p>Task 6.3.</p> <p>Third... In the table in paragraph 6.3, write down the coordinates of the markers on the spring and the readings of the multimeter at each stage of stretching the wire, that is, the amplified voltage between points A and B.</p> <p>Calculate the length of the spring at each stage of deformation and also enter this data in the table in paragraph 6.3.</p>

	<p>Рассчитайте и запишите в лист ответов площадь поперечного сечения проволоки, которая соответствует диаметру проволоки, полученному в части 3 работы.</p> <p>Запишите измеренное до начала эксперимента значение напряжения на нерастянутой проволоке.</p>	<p>Calculate and write down in the answer sheet the cross-sectional area of the wire, which corresponds to the diameter of the wire obtained in part 3 of the work.</p> <p>Write down the voltage measured on the unstretched wire before the experiment.</p>
Задание 6.4.	<p>Задание 6.4.</p> <p>Выведите формулу выражающую зависимость усиленного напряжения между точками А и В (U'_{AB}) через следующие величины:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● текущую длину пружины (x), ● начальную длину пружины (x_0), ● коэффициент упругости пружины (k), ● коэффициент усиления усилителя, ● напряжение источника питания (U), ● начальное напряжение на нерастянутой проволоке (U_0), ● модуль Юнга проволоки (E) ● площадь поперечного сечения проволоки (S). <p>Также используйте зависимость сопротивления участка проволоки от его длины, полученную в части 4 работы. Помните, что зависимость изменения сопротивления проволоки в ветви мостовой схемы от напряжения между точками А и В вы должны получить в предыдущей части работы.</p> <p>Можете считать площадь поперечного сечения проволоки постоянной при упругих деформациях и брать ее равной сечению проволоки, соответствующему диаметру проволоки, найденному в части 3 работы.</p> <p>Запишите вывод формулы в пункте 6.4 листа ответов.</p>	<p>Task 6.4.</p> <p>Fourth... Derive the formula expressing the dependence of the amplified voltage between points A and B (U'_{AB}) in terms of the following values:</p> <ul style="list-style-type: none"> - the current length of the spring (x), - the initial length of the spring (x_0), - coefficient of elasticity of the spring (k), - amplifier gain, - power supply voltage (U), - initial voltage on unstretched wire (U_0), <p>- Young's modulus of the wire (E) and</p> <p>- the cross-sectional area of the wire (S).</p> <p>Also use the dependence of the resistance of the wire section on its length obtained in part 4 of the work. Remember that you should get the dependence of the change in the resistance of the wire in the branch of the bridge circuit on the voltage between points A and B in the previous part of the work.</p> <p>You can consider the cross-sectional area of the wire constant under elastic deformations and take it equal to the cross-sectional area of the wire corresponding to the diameter of the wire found in part 3 of the work.</p> <p>Write down the derivation of the formula in paragraph 6.4 of the answer sheet.</p>
Задание 6.5.	<p>Задание 6.5.</p> <p>В пункте 6.5 работы постройте график зависимости длины пружины от усиленного напряжения между точками А и В.</p>	<p>Task 6.5.</p> <p>Fifth... In paragraph 6.5 of the work, plot the dependence of the length of the spring on the amplified voltage between points A and B.</p>

		Запишите в лист ответов угловой коэффициент полученного графика.	Write down the slope of the resulting graph on your answer sheet.
	Задание 6.6.	Задание 6.6. Выразите из полученной в пункте 6.4 формулы модуль Юнга через угловой коэффициент построенного графика. Рассчитайте значение модуля Юнга. Результаты запишите в пункт 6.6 листа ответов.	Task 6.6. Sixth... Express the Young's modulus from the formula obtained in paragraph 6.4 through the slope of the plotted graph. Calculate the value of Young's modulus. Write down the results in paragraph 6.6 of the answer sheet.
	Задание 6.7.	Задание 6.7. По графику определите максимальную силу натяжения проволоки, при которой ее деформации еще можно считать упругими, то есть линейно зависящими от приложенной силы. Запишите найденное значение силы в пункте 6.7 листа ответов.	Task 6.7. Seven... Using the graph, determine the maximum wire tension at which its deformations can still be considered elastic, that is, linearly dependent on the applied force. Write down the found value of force in paragraph 6.7 of the answer sheet.
	Заключительное слово	На этом экспериментальный тур по физике нашей олимпиады подошел к концу. Надеюсь, что вам было интересно! Желаю всего вам хорошего! До свидания!	Our experimental round of the 6th International Olympiad of Metropolises has come to an end. Hope you find it interesting! I wish you all the best! Goodbye!