

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению внеаудиторной работы при реализации программы дополнительного
общеобразовательного образования

«Углубленная механика и молекулярная физика»

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации разработаны для системного сопровождения образовательного процесса по программе дополнительного общеобразовательного общеразвивающего образования «Углублённая механика и молекулярная физика». Документ ориентирован на совершенствование методики преподавания, формирование предметных и метапредметных компетенций обучающихся, а также обеспечение единых подходов к организации экспериментально-практической деятельности.

Практические и экспериментальные работы по физике являются важной частью учебного процесса. Они обеспечивают:

- формирование экспериментальных умений и навыков;
- развитие логического и критического мышления;
- закрепление теоретических знаний на практике;
- формирование навыков безопасной работы с физическим оборудованием;
- развитие исследовательской компетентности обучающихся.

Практические работы направлены на выполнение измерений, расчётов и определение физических величин, экспериментальные — на проведение опытов, наблюдение механических и тепловых явлений, исследование зависимостей между физическими величинами.

Общая цель:

Формирование предметных, метапредметных и личностных результатов обучения через выполнение физического эксперимента в области механики и молекулярной физики.

Задачи:

- сформировать навыки работы с измерительными приборами (динамометр, секундомер, линейка, весы, термометр, барометр, психрометр);
- научить проводить наблюдения, измерения и делать выводы;
- развить умение исследовать зависимости между физическими величинами и записывать результаты измерений с учётом погрешности;
- формировать культуру безопасного труда при работе с лабораторным оборудованием;
- развивать самостоятельность и ответственность.

Методические рекомендации:

- обеспечение безопасности;
- проведение обязательного инструктажа перед началом работы;
- контроль соблюдения правил техники безопасности;
- проверка готовности рабочего места;
- формирование культуры физического эксперимента.

Важно не просто перечислить правила, а объяснить их необходимость и последствия их нарушения.

Чёткая постановка цели работы:

Преподаватель должен:

- сформулировать цель практической и экспериментальной работы в понятной форме;
- связать эксперимент с изучаемой темой;
- обозначить ожидаемый результат;
- акцентировать внимание на том, что именно необходимо измерить, исследовать или установить.

Обучающиеся должны понимать, зачем выполняется опыт, а не просто следовать инструкции.

Организация деятельности обучающихся:

- ознакомление с алгоритмом выполнения работы;
- разбор последовательности действий;
- уточнение порядка фиксации измерений и наблюдений;
- распределение ролей при работе в парах или группах.

Преподаватель выступает не только контролёром, но и консультантом.

Формирование наблюдательности:

Особое внимание следует уделять:

- фиксации показаний приборов (динамометра, весов, линейки, термометра, барометра);
- наблюдению за механическими процессами (движение, деформация, равновесие, столкновения);
- наблюдению за тепловыми процессами (изменение температуры, плавление, кипение, испарение);
- анализу зависимостей между физическими величинами.

Важно учить обучающихся различать наблюдение и объяснение (сначала фиксируется факт, затем даётся его физическое обоснование).

Корректность оформления результатов:

Преподаватель должен контролировать:

- правильность записи результатов измерений с указанием единиц;
- правильность расчётов с использованием формул;
- логичность формулировки выводов;
- соответствие вывода поставленной цели.

Вывод должен отражать результат эксперимента, а не пересказывать ход работы.

Развитие аналитического мышления:

Во время работы рекомендуется задавать вопросы:

1. Почему происходит данное физическое явление?
2. Как изменится результат при изменении условий опыта?
3. Можно ли провести измерение другим способом?
4. Какие факторы влияют на точность результата?

Такие вопросы стимулируют осмысленное выполнение опыта.

Дифференциация заданий:

Рекомендуется:

- предлагать дополнительные вопросы для сильных обучающихся;
- давать подсказки тем, кто испытывает затруднения;
- включать элементы мини-исследования.

Контроль и обратная связь:

После выполнения работы важно:

- провести краткое обсуждение результатов;
- разобрать типичные ошибки;
- сопоставить полученные результаты с теоретическими знаниями;

- организовать самооценку обучающихся.

Рекомендации для обучающихся

Перед выполнением работы необходимо:

- повторить теоретический материал;
- ознакомиться с целью и ходом работы;
- подготовить тетрадь для практических и экспериментальных работ.

Во время работы:

- соблюдать технику безопасности;
- работать аккуратно;
- внимательно наблюдать изменения;
- записывать результаты измерений сразу;
- не использовать оборудование не по назначению.

После выполнения:

- оформить отчёт;
- записать вывод;
- привести рабочее место в порядок.

Структура оформления практической и экспериментальной работы

Тема:

- записывается полностью, без сокращений;
- формулируется так же, как указано в задании.

Цель:

- формулируется кратко и конкретно;
- отвечает на вопрос: что нужно измерить, исследовать или установить?
- начинается со слов: «измерить», «исследовать», «определить», «установить».

Оборудование:

- перечисляются через запятую;
- указываются как приборы, так и используемые материалы.

Ход работы:

- описывается в последовательности выполнения действий;
- записывается кратко, без лишних подробностей.

Результаты измерений:

- записываются в таблицу с указанием единиц измерения;
- указывается погрешность измерений.

Вывод:

- формулируется кратко;
- должен соответствовать цели работы.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Оценка «5» (отлично)

- работа выполнена полностью и самостоятельно;
- соблюдена техника безопасности;
- правильно выполнены измерения и расчёты;
- сделан обоснованный вывод;
- аккуратное оформление.

Оценка «4» (хорошо)

- допущены незначительные неточности в расчётах;
- вывод сделан правильно, но кратко;
- незначительные ошибки в оформлении.

Оценка «3» (удовлетворительно)

- работа выполнена частично;
- допущены ошибки в расчётах или измерениях;
- вывод неполный;
- требовалась помощь преподавателя.

Оценка «2» (неудовлетворительно)

- работа не выполнена;
- грубые ошибки;
- нарушение техники безопасности.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТЫ

Практическая (экспериментальная) работа №

Тема:

Цель работы:

Оборудование:

Ход работы

Что делали	Что наблюдали / результаты изменений	Выводы и расчёты

Расчёты (если предусмотрены)

Вывод (Ответ на цель работы)

Самооценка

- Всё получилось.
- Были трудности.
- Требуется консультация.

ИНСТРУКТАЖ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Общие положения

- Выполнение опытов разрешается только по заданию преподавателя, при наличии инструкции, в присутствии взрослого.
- Использовать можно только то оборудование, которое указано в инструкции.
- Запрещается использовать неисправное оборудование.

Требования к рабочему месту

- работать только на устойчивом столе;
- обеспечить достаточное свободное пространство;
- рядом не должно быть посторонних предметов;
- обеспечить хорошее освещение.

Правила работы с механическим оборудованием

- перед началом работы проверить исправность приборов и надёжность крепления грузов;
- не допускать падения грузов и тел с наклонной плоскости;
- при работе с пружинами не допускать их чрезмерного растяжения;
- при работе с маятниками соблюдать осторожность, не допускать раскачивания вблизи лица;
- при обнаружении неисправности немедленно сообщить преподавателю.

Правила работы с тепловым оборудованием

- соблюдать осторожность при работе с горячей водой и нагретыми телами;
- не допускать перегрева приборов;
- использовать теплоизолирующие подставки;
- при работе со спиртовкой соблюдать правила пожарной безопасности.

После окончания работы

- разобрать установку;
- вернуть оборудование на место;
- протереть рабочую поверхность;
- вымыть руки.

Не использовать нагревательные приборы без разрешения преподавателя. Все опыты по нагреванию веществ проводятся под контролем преподавателя.

Практическая работа № 1.

Определение мгновенной скорости при неравномерном движении.

Цель: определить мгновенную скорость тела в заданной точке траектории при неравномерном движении.

Оборудование: наклонная плоскость (жёлоб), шарик, секундомер, линейка, штатив.

Ход работы:

1. Установите наклонную плоскость под небольшим углом к горизонту. Отметьте на ней точки начала движения и несколько промежуточных точек через равные расстояния.
2. Отпустите шарик из состояния покоя и измерьте время прохождения каждого участка.
3. Рассчитайте среднюю скорость на каждом участке: $v = \Delta s / \Delta t$.
4. Уменьшая длину участка вблизи выбранной точки, определите мгновенную скорость как предел средней скорости при стремлении Δt к нулю.
5. Постройте график зависимости скорости от времени. Определите характер движения.
6. Сравните полученные значения скорости с расчётными, используя формулу $v = g \cdot \sin(\alpha) \cdot t$.

Участок	Δs (м)	Δt (с)	v (м/с)
1			
2			
3			
4			

Вывод.

Практическая работа № 2.

Исследование условий равновесия твёрдого тела, имеющего ось вращения.

Цель: исследовать условия равновесия рычага; проверить правило моментов сил.

Оборудование: рычаг на штативе, набор грузов, линейка, динамометр.

Ход работы:

1. Установите рычаг на штативе. Добейтесь его горизонтального положения без грузов, перемещая ось вращения.
2. Подвесьте на одно плечо рычага груз известной массы m_1 на расстоянии l_1 от оси вращения.
3. На другое плечо подвесьте груз массой m_2 и подберите расстояние l_2 , при котором рычаг вновь находится в равновесии.
4. Вычислите моменты сил: $M_1 = F_1 \cdot l_1$ и $M_2 = F_2 \cdot l_2$, где $F = m \cdot g$.
5. Повторите опыт для 3–4 различных комбинаций грузов и плеч.
6. Сравните моменты сил. Проверьте выполнение правила моментов: $M_1 = M_2$.

№	m_1 (кг)	l_1 (м)	m_2 (кг)	l_2 (м)	M_1 (Н·м)	M_2 (Н·м)
1						
2						
3						

Вывод.

Практическая работа № 3.

Определение массы воздуха в помещении.

Цель: определить массу воздуха в помещении на основе измерений объёма помещения, давления и температуры воздуха.

Оборудование: рулетка (или мерная лента), барометр, термометр.

Ход работы:

1. Измерьте длину, ширину и высоту помещения. Вычислите объём $V = a \cdot b \cdot h$.
2. Измерьте атмосферное давление p с помощью барометра. Переведите в паскали.
3. Измерьте температуру воздуха t ($^{\circ}\text{C}$). Переведите в кельвины: $T = t + 273$.
4. Используя уравнение Менделеева–Клапейрона $pV = (m/M) \cdot R \cdot T$, вычислите массу воздуха: $m = p \cdot V \cdot M / (R \cdot T)$, где $M = 0,029$ кг/моль, $R = 8,314$ Дж/(моль·К).
5. Оцените погрешность измерений. Сравните полученное значение с ожидаемым (плотность воздуха при нормальных условиях $\approx 1,29$ кг/м³).

a (м)	b (м)	h (м)	V (м ³)	p (Па)	T (К)	m (кг)

Вывод.

Практическая работа № 4.

Определение удельной теплоёмкости вещества.

Цель: определить удельную теплоёмкость металлического цилиндра.

Оборудование: калориметр, термометр, весы с разновесами, металлический цилиндр на нити, сосуд с горячей водой, мензурка.

Ход работы:

1. Определите массу металлического цилиндра m_1 на весах.
2. Налейте в калориметр воду массой m_2 (определите с помощью мензурки). Измерьте начальную температуру воды t_1 .
3. Нагрейте цилиндр в сосуде с горячей водой. Измерьте температуру горячей воды t_2 .
4. Быстро перенесите цилиндр в калориметр с холодной водой. Дождитесь установления теплового равновесия. Измерьте конечную температуру θ .
5. Запишите уравнение теплового баланса: $c_1 \cdot m_1 \cdot (t_2 - \theta) = c_2 \cdot m_2 \cdot (\theta - t_1)$, где $c_2 = 4200$ Дж/(кг·°C).
6. Вычислите удельную теплоёмкость: $c_1 = c_2 \cdot m_2 \cdot (\theta - t_1) / (m_1 \cdot (t_2 - \theta))$.
7. Сравните полученное значение с табличным. Определите, из какого металла изготовлен цилиндр.

m_1 (кг)	m_2 (кг)	t_1 (°C)	t_2 (°C)	θ (°C)	c_1 (Дж/(кг·°C))

Вывод.

Практическая работа № 5.

Определение относительной влажности воздуха.

Цель: определить относительную влажность воздуха с помощью психрометра.

Оборудование: два термометра, марля, вода, стакан, психрометрическая таблица.

Ход работы:

1. Измерьте температуру воздуха сухим термометром: $t(\text{сух})$.
2. Оберните второй термометр влажной марлей. Через 5–7 минут запишите его показания: $t(\text{вл})$.
3. Вычислите разность: $\Delta t = t(\text{сух}) - t(\text{вл})$.
4. По психрометрической таблице определите относительную влажность воздуха ϕ .
5. Объясните, почему показания влажного термометра ниже, чем сухого.
6. Оцените, соответствует ли полученное значение влажности санитарным нормам (40–60%).

$t(\text{сух})$ (°C)	$t(\text{вл})$ (°C)	Δt (°C)	ϕ (%)

Вывод.

Экспериментальная работа № 1.

Исследование равноускоренного движения.

Цель: исследовать соотношение между путями, пройденными телом за последовательные равные промежутки времени при равноускоренном движении с начальной скоростью, равной нулю.

Оборудование: наклонная плоскость (жёлоб), шарик, секундомер, линейка, штатив, метки (карандаш).

Ход работы:

Часть 1. Соотношение путей.

1. Установите наклонную плоскость под углом $10\text{--}15^\circ$ к горизонту. Отметьте начальную точку.
2. Отпустите шарик из состояния покоя. С помощью секундомера и линейки определите пути s_1, s_2, s_3, s_4 , пройденные за последовательные равные промежутки времени Δt .
3. Вычислите отношения $s_1 : s_2 : s_3 : s_4$. Сравните с теоретическим соотношением $1 : 3 : 5 : 7$.

Часть 2. Определение ускорения.

4. По измеренным данным определите ускорение шарика: $a = 2s / t^2$, где s — полный путь за время t .
5. Сравните полученное значение с теоретическим: $a = g \cdot \sin(\alpha)$.

Δt (с)	s_1 (м)	s_2 (м)	s_3 (м)	s_4 (м)	Отношение

Общий вывод.

Экспериментальная работа № 2.

Исследование зависимости сил упругости от деформации пружины и резинового образца.

Цель: исследовать зависимость силы упругости от величины деформации для пружины и резинового образца; проверить выполнение закона Гука.

Оборудование: пружина, резиновый жгут, набор грузов, штатив, линейка, динамометр.

Ход работы:

Часть 1. Пружина.

1. Закрепите пружину на штативе вертикально. Измерьте её длину в ненагруженном состоянии l_0 .
2. Последовательно подвешивая грузы, измеряйте удлинение пружины $\Delta l = l - l_0$ и силу $F = m \cdot g$ для каждого груза.
3. Постройте график $F(\Delta l)$. Определите, является ли зависимость линейной. Найдите жёсткость пружины $k = F / \Delta l$.

Часть 2. Резиновый образец.

1. Повторите аналогичные измерения для резинового жгута.
2. Постройте график $F(\Delta l)$ для резины. Сравните с графиком для пружины.
3. Сделайте вывод о том, для какого материала выполняется закон Гука.

Материал	№	m (кг)	F (Н)	Δl (м)	k (Н/м)
Пружина	1				
Пружина	2				
Пружина	3				
Резина	1				
Резина	2				
Резина	3				

Общий вывод.

Экспериментальная работа № 3.

Исследование связи работы силы с изменением механической энергии тела.

Цель: экспериментально установить связь между работой силы и изменением механической энергии тела на примере растяжения резинового жгута.

Оборудование: резиновый жгут, набор грузов, штатив, линейка, динамометр.

Ход работы:

1. Закрепите резиновый жгут одним концом на штативе. Подвесьте к другому концу груз известной массы m .
2. Измерьте начальную длину жгута l_0 и длину после подвешивания груза l_1 . Вычислите удлинение $\Delta l = l_1 - l_0$.
3. Определите силу тяжести, действующую на груз: $F = m \cdot g$.
4. Вычислите работу силы тяжести при опускании груза на расстояние Δl : $A = F \cdot \Delta l$.
5. Вычислите потенциальную энергию упруго деформированного жгута: $E_{упр} = k \cdot (\Delta l)^2 / 2$, где k — жёсткость жгута (определённая ранее или с помощью динамометра).
6. Сравните работу силы тяжести с изменением потенциальной энергии жгута. Объясните результат.

m (кг)	l_0 (м)	l_1 (м)	Δl (м)	A (Дж)	$E_{упр}$ (Дж)

Общий вывод.

Экспериментальная работа № 4.

Исследование зависимости между параметрами состояния разреженного газа.

Цель: исследовать зависимость между давлением и объёмом газа при постоянной температуре (изотермический процесс); проверить закон Бойля–Мариотта.

Оборудование: шприц с закрытым концом (или прибор для исследования газовых законов), манометр, линейка.

Ход работы:

Часть 1. Зависимость давления от объёма.

1. Закройте отверстие шприца. Отметьте начальный объём воздуха V_0 и начальное давление p_0 (атмосферное).
2. Сжимая и растягивая поршень, измерьте 4–5 пар значений (p , V).
3. Вычислите произведение $p \cdot V$ для каждого измерения. Убедитесь, что оно остаётся примерно постоянным.

Часть 2. Графическое представление.

4. Постройте график зависимости $p(V)$ — изотерму.
5. Определите характер зависимости (обратная пропорциональность).

№	V (мл)	p (кПа)	$p \cdot V$ (кПа·мл)
1			
2			
3			
4			
5			

Общий вывод.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практические и экспериментальные работы по физике играют ключевую роль в формировании устойчивых предметных знаний и экспериментальных умений обучающихся. Именно через самостоятельное выполнение измерений, наблюдение механических и тепловых явлений, исследование зависимостей между физическими величинами и анализ полученных результатов формируется научное мышление, умение устанавливать причинно-следственные связи и делать обоснованные выводы.

Организация практических работ в условиях дополнительного образования требует особого внимания к вопросам безопасности, дисциплины и ответственности. В этих условиях возрастает роль:

- чётких инструкций;
- предварительного инструктажа;
- строгого соблюдения техники безопасности;
- контроля со стороны преподавателя.

Практико-ориентированный характер работ способствует:

- лучшему усвоению теории;
- развитию навыков самостоятельной деятельности;
- формированию исследовательской культуры;
- повышению учебной мотивации;
- развитию аккуратности, внимательности и ответственности.

Особенно важно, чтобы обучающиеся не выполняли эксперимент формально, а:

- осознавали цель каждого действия;
- понимали физическую сущность происходящих процессов;
- умели объяснять наблюдаемые явления;
- грамотно выполняли расчёты;
- корректно оформляли результаты.

Систематическое проведение практических и экспериментальных работ:

- формирует основу физической грамотности;
- развивает навыки решения расчётных задач;
- способствует профорientации в области естественных наук;
- формирует культуру безопасного обращения с оборудованием.

Эффективность практических и экспериментальных работ достигается при соблюдении следующих условий:

1. Чёткая структура заданий.
2. Наличие критериев оценивания.
3. Обязательное оформление отчёта.
4. Рефлексия обучающихся после выполнения работы.
5. Регулярная обратная связь от преподавателя.