

Приложение к ФОП ООО
к приказу №110 от 30.08.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
«Физика в задачах и экспериментах»

Пояснительная записка

Настоящая рабочая программа курса внеурочной деятельности **«Физика в задачах и экспериментах»** (далее—программа) разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования (далее—ФГОС ООО) и направлена на организацию обучения в физико-математическом профиле в соответствии с требованиями федеральной образовательной программы среднего общего образования (ФОП ООО) [3].

Реализация программы может содействовать достижению обучающимися планируемых результатов освоения ФОП ООО, развитию личности обучающихся, формированию и удовлетворению их социально значимых интересов и потребностей, самореализации обучающихся через участие во внеурочной деятельности. Одной из возможных форм реализации программы является кружок. Программа может реализовываться образовательной организацией самостоятельно либо на основе взаимодействия с другими организациями, осуществляющими образовательную деятельность.

Программа курса внеурочной деятельности **«Физика в задачах и экспериментах»** предназначена для реализации в 9 классах и направлена на достижение соответствующих результатов, сформулированных в федеральной рабочей программе по учебному предмету «Физика» (базовый уровень).

При изучении физики на базовом уровне реализация этих принципов базируется на использовании самостоятельного решения задач и ученического эксперимента, включающего, в том числе, работы физического практикума. При этом под работами практикума понимается самостоятельное исследование, которое проводится по руководству свернутого, обобщенного вида без пошаговой инструкции. В результате обеспечивается овладение обучающимися умениями решать задачи и проводить прямые и косвенные измерения, исследовать взаимные зависимости двух физических величин и осуществлять постановку опытов по проверке предложенных гипотез. Все это способствует достижению одной из основных целей изучения физики на уровне среднего общего образования – овладению обучающимися методами самостоятельного планирования и проведения физических экспериментов, анализа и интерпретации информации, определения достоверности полученного результата.

Актуальность реализации данной программы определяется тем, что ее освоение позволяет обучающимся на практике ознакомиться с физическими явлениями, экспериментально изучить различные физические закономерности, углубить свои теоретические знания, развить имеющиеся и приобрести новые практические умения и навыки в области решения задач, планирования, подготовки, проведения, анализа и интерпретации физического эксперимента.

Программа дает обучающимся возможность приобрести практический

опыт работы с лабораторным оборудованием, овладеть конкретными приемами исследовательской деятельности начинающего физика-экспериментатора, сформировать навыки оценки погрешностей результатов измерения физических величин. Реализация программы создает условия для формирования у обучающихся нестандартного креативного мышления, содействует развитию индивидуальности суждений, формированию культуры обоснования собственного мнения и свободы его выражения.

Программа может быть востребована обучающимися, которые имеют интерес и мотивацию к углубленному изучению физики и математики, готовятся к сдаче ГИА по предмету, участию в олимпиадах школьников по физике, в рамках которых предусмотрен

Программа преследует не только образовательные, но и воспитательные цели, поскольку соответствует идее экологизации и идее прикладной направленности, которые, в числе других идей, положены в основу курса физики, изучаемого на ступени СОО.

Варианты реализации программы и формы проведения занятий

Реализация программы предполагает сочетание различных форм групповой работы (слушание лекций, дискуссия, монтаж экспериментальных установок, проведение физических измерений под руководством преподавателя) и индивидуальной работы (выполнение самостоятельных работ и работ практикума, обработка и интерпретация результатов физических измерений). Использование таких форм работы помогает развивать у обучающихся, с одной стороны, навыки восприятия новой информации при различных формах ее подачи, а с другой стороны – активность, самостоятельность и творческое начало. В целом реализация данной программы должна положительно сказываться как на актуализации знаний, умений и навыков, обучающихся в рамках их предпрофессиональной технологической (инженерной) подготовки, так и на социальном формировании личности обучающихся.

Программа курса рассчитана на 68 часов, в рамках которых предусмотрены такие формы работ, как лекции, самостоятельные работы и работы практикума. В ходе самостоятельных работ обучающиеся под контролем преподавателя закрепляют новые знания, отрабатывают определенные умения и навыки. Работы практикума подразумевают самостоятельное решение обучающимися экспериментальных физических задач. Тематика работ практикума и порядокиследованиясоответствуютструкуретематическогопланированияфедеральной рабочей программы по учебному предмету «Физика» (базовый уровень).

Программа рассчитана на реализацию в течение одного года обучения в 9 классах при проведении занятий один раз в неделю объемом 1 час каждое. По усмотрению учителя порядок следования занятий может быть изменен, а некоторые могут быть исключены.

Взаимосвязь с федеральной рабочей программой воспитания

Программа разработана с учетом рекомендаций федеральной рабочей программы воспитания. В частности, она учитывает психолого-педагогические особенности соответствующей возрастной категории обучающихся.

Программа соответствует таким целям воспитания обучающихся, как развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации.

Программа содействует решению следующих задач воспитания обучающихся:

усвоение знаний, норм, духовно-нравственных ценностей, традиций, которые выработало российское общество; формирование и развитие личностных отношений к этим нормам, ценностям; приобретение соответствующего этим нормам, ценностям, традициям социокультурного опыта поведения, общения, межличностных и социальных отношений, применения полученных знаний; достижение личностных результатов освоения общеобразовательной программы по физике в соответствии с ФГОС СОО.

Программа соответствует следующим основным направлениям воспитания.

- 1) Трудовое воспитание – воспитание уважения к труду, трудящимся, результатам труда (своего и других людей), ориентация на трудовую деятельность, получение профессии, личностное самовыражение в продуктивном, нравственно достойном труде в российском обществе, достижение выдающихся результатов в профессиональной деятельности. Целевыми ориентирами являются: формирование осознанной готовности к получению профессионального образования, непрерывному образованию в течение жизни как условию успешной профессиональной и общественной деятельности; понимание специфики самообразования и профессиональной самоподготовки в информационном высокотехнологическом обществе, готовности учиться и трудиться в современном обществе; ориентированность на осознанный выбор сферы профессиональной трудовой деятельности в российском обществе с учетом личных жизненных планов, потребностей своей семьи, общества.
- 2) Экологическое воспитание – формирование экологической культуры, ответственного, бережного отношения к природе, окружающей среде на основе российских традиционных духовных ценностей, навыков охраны, защиты, восстановления природы, окружающей среды. Целевым ориентиром является осознание необходимости применения знания естественных и социальных наук для разумного, бережливого природопользования в быту, общественном пространстве.
- 3) Ценности научного познания – воспитание стремления к познанию себя и других людей, природы и общества, к получению знаний, качественного образования с учетом личностных интересов и общественных потребностей.

Целевыми ориентирами являются: формирование деятельно выраженного познавательного интереса в области физики с учетом своих интересов, способностей, достижений; получение представлений о

современной научной картине мира, о достижениях науки и техники, о значении науки в жизни российского общества, обеспечении его безопасности; приобретение навыков критического мышления, определения достоверной научной информации и критики антинаучных представлений; развитие и применение навыков наблюдения, накопления и систематизации фактов, осмысления опыта в естественно-научной области познания, исследовательской деятельности.

Содержание курса внеурочной деятельности «Физика в задачах и экспериментах»

Правила и приемы решения физических задач. (1 час)

Общие требования при решении физических задач. Этапы решения физической задачи. Работа с текстом задачи. Анализ физического явления; формулировка идеи решения (план решения). Выполнение плана решения задачи. Числовой расчет. Использование вычислительной техники для расчетов. Анализ решения и его значение.

Оформление решения. Типичные недостатки при решении и оформлении решения физической задачи. Изучение примеров решения задач. Различные приемы и способы решения: алгоритмы, аналогии, геометрические приемы. Метод размерностей, графические решения.

Механика. (6 часов)

Кинематика поступательного и вращательного движения. Свободное падение. Динамика. Законы Ньютона. Координатный метод решения задач по механике. Решение задач на основные законы динамики: Ньютона, законы для сил тяготения, упругости, трения, сопротивления. Решение задач на движение материальной точки, системы точек, твердого тела под действием нескольких сил. Движение системы связанных тел. Статика. Момент силы. Условия равновесия тел. Классификация задач по механике: решение задач средствами кинематики, динамики, с помощью законов сохранения. Задачи на закон сохранения импульса и реактивное движение. Задачи на определение работы и мощности. Задачи на закон сохранения и превращения механической энергии.

Гидроаэромеханика. (5 часов)

Давление столба жидкости. Закон Паскаля. Закон Архимеда. Плавание тел. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли.

Тепловые явления. (5 часов)

Внутренняя энергия. Количество теплоты. Уравнение теплового баланса. Влажность воздуха. Агрегатное состояние вещества.

Механические колебания и волны. (5 часов)

Простейшие колебательные системы. Период, частота. Резонанс. Превращение энергии. Механические волны.

Постоянный ток. (6 часов)

Электрический ток. Закон Ома для участка цепи. Соединение проводников. Работа и мощность тока. Задачи на различные приемы расчета

сопротивления сложных электрических цепей. Задачи разных видов на описание электрических цепей постоянного электрического тока с помощью закона Ома для замкнутой цепи, закона Джоуля-Ленца, законов последовательного и параллельного соединений. Постановка и решение фронтальных экспериментальных задач на определение показаний приборов при изменении сопротивления тех или иных участков цепи, на определение сопротивлений участков цепи. КПД электрической цепи. Шунты и добавочные сопротивления.

Оптика. 2 часа).

Законы отражения и преломления света. Линзы. Оптические приборы. Построение изображений в тонкой линзе. Оптические системы.

Атомная физика. (2 часа)

Атомное ядро. Радиоактивность. Закон сохранения заряда. Ядерные превращения.

Повторение -2 часа

Тематическое планирование

9 класс

№	Разделы	Всего часов	Теоретические	Практические	Контроль
	Правила и приемы решения физических задач	1	1		
	Механика	6	5	1	
	Гидроаэродинамика	5	4	1	
	Тепловые явления	5	5		
	Механические колебания и волны	5	5		
	Постоянный ток	6	5	1	
	Оптика	2	2		
	Атомная физика	2	2		
	Повторение	2	1		1
	<i>Итого</i>	34	30	3	1

**Календарно-тематическое планирование курса внеурочной
деятельности «Физика в задачах и экспериментах»**

№ п/п	Разделы, темы уроков					
		Всего часов	Дата проведения	Корректировка	практически	Контроль
	Правила и приемы решения физических задач	1			0	0
1.	Инструктаж по технике безопасности. Общие требования при решении физических задач. Этапы решения. Анализ физического явления. Типичные недостатки при решении и оформлении решения задач. Различные приемы и способы решений.	1				
	Механика	6			1	
2.	Кинематика поступательного движения. Координатный метод решения задач.	1				
3.	Решение задач на свободное падение.	1				
4.	Законы Ньютона. Силы в природе. Решение задач на основные законы динамики. Решение задач на движение тела под действием суммы сил.	1				
5.	Задачи на определение характеристик равновесия физических систем.	1				
6.	Решение задач с помощью законов сохранения.	1				
7.	Практическая работа «Определение момента силы, действующего на рычаг»	1			1	
	Гидроаэродинамика	5			1	
8.	Гидростатическое давление. Закон Паскаля	1				
9.	Законы Архимеда, Бернулли.	1				
10.	Решение задач по гидростатике и гидродинамике	1				
11.	Решение задач по гидростатике и гидродинамике	1				
12.	Практическая работа "Экспериментальная проверка закона Архимеда"	1			1	
	Тепловые явления	5				
13.	Внутренняя энергия и теплообмен.	1				
14.	Решение качественных задач.	1				
15.	Задачи на уравнение теплового баланса и агрегатное состояния вещества.	1				

16.	Задачи на уравнение теплового баланса и агрегатное состояния вещества.	1				
17.	Решение задач на влажность воздуха.	1				
	Механические колебания и волны	5				
18.	Простейшие колебательные системы: математический и пружинный маятники.	1				
19.	Механические волны.	1				
20.	Задачи на движение математического маятника.	1				
21.	Задачи на движение пружинного маятника	1				
22.	Задачи на движение математического маятника Задачи на движение пружинного маятника	1				
	Постоянный ток	6			1	
23.	Физические величины, характеризующие электрический ток. Закон Ома.	1				
24.	Соединение проводников. Приемы расчета сопротивления сложных электрических цепей.	1				
25.	Задачи на описание электрической цепи с помощью законов Ома. Закон Джоуля-Ленца.	1				
26.	Правило Кирхгофа.	1				
27.	Решение экспериментальных задач на определение показаний приборов при изменении сопротивления.	1				
28.	Практическое изучение закона Ома для цепи.	1			1	
	Оптика	2				
29.	Законы отражения и преломления света. Линзы. Оптические приборы. Решение задач на законы отражения и преломления света.	1				
30.	Задачи на построение изображений в тонкой линзе. Решение задач на оптические системы.	1				
	Атомная физика	2				
31.	Атомное ядро. Радиоактивные превращения. Закон сохранения заряда.	1				
32.	Решение задач на закон сохранения заряда. Решение задач на ядерные превращения	1				
	Повторение	2				1
33.	Итоговый тест в форме ОГЭ	1				1
34.	Работа над ошибками. Повторение	1				
	Итого	34			3	1

Планируемые результаты освоения курса внеурочной деятельности «Физика в задачах и экспериментах»

ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В сфере гражданского воспитания:

готовность вести совместную деятельность в интересах гражданского общества, участвовать в самоуправлении в образовательной организации;
умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением.

В сфере патриотического воспитания:

сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма;
ценностное отношение к государственным символам, достижения российских ученых в области физики и техники.

В сфере духовно-нравственного воспитания:

сформированность нравственного сознания, этического поведения;
способность оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности, в том числе в деятельности ученого;
осознание личного вклада в построение устойчивого будущего.

В сфере эстетического воспитания:

эстетическое отношение к миру, включая эстетику научного творчества, присущего физической науке.

В сфере трудового воспитания:

интерес к различным сферам профессиональной деятельности, в том числе связанным с физикой и техникой, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;
готовность и способность к образованию и самообразованию в области физики на протяжении всей жизни.

В сфере экологического воспитания:

сформированность экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем;
планирование и осуществление действий в окружающей среде на основе знания целей устойчивого развития человечества;
расширение опыта деятельности экологической направленности на основе имеющихся знаний по физике.

В сфере ценности научного познания:

сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития физической науки;
осознание ценности научной деятельности, готовность в процессе изучения физики осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе.

МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Познавательные универсальные учебные действия:

Базовые логические действия:

- Самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать ее всесторонне;
- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;
- выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых физических явлениях;
- разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;
- вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;
- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развивать креативное мышление при решении жизненных проблем.

Базовые исследовательские действия:

- владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами физической науки;
- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности в области физики, способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения задач физического содержания, применению различных методов познания;
- владеть видами деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в различных учебных ситуациях, в том числе при создании учебных проектов в области физики;
- выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу ее решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;
- анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности, в том числе при изучении физики;
- давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретенный опыт;
- уметь переносить знания по физике в практическую область жизнедеятельности;
- уметь интегрировать знания из разных предметных областей;
- выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения; ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения.

Работа с информацией:

- владеть навыками получения информации физического содержания из источников разных типов, самостоятельно осуществлять поиск, анализ, систематизацию и интерпретацию информации различных видов и форм представления;
- оценивать достоверность информации;

- использовать средства информационных и коммуникационных технологий в решении когнитивных, коммуникативных и организационных задач с соблюдением требований эргономики, техники безопасности, гигиены, ресурсосбережения, правовых и этических норм, норм информационной безопасности;
- создавать тексты физического содержания в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

осуществлять общение во внеурочной деятельности;

распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты; развернуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств;

понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы; выбирать тематику и методы совместных действий с учетом общих интересов, и возможностей каждого члена коллектива;

принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по ее достижению: составлять план действий, распределять роли с учетом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;

оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;

предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;

осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

Регулятивные универсальные учебные действия:

Самоорганизация:

самостоятельно осуществлять познавательную деятельность в области физики, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи;

самостоятельно составлять план решения расчетных и качественных задач, план выполнения практической работы с учетом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;

давать оценку новым ситуациям;

расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений; делать осознанный выбор, аргументировать его, брать на себя ответственность за решение; оценивать приобретенный опыт;

способствовать формированию и проявлению эрудиции в области физики, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень.

Самоконтроль, эмоциональный интеллект:

давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований;

использовать приемы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;
уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;
принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;
принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;
принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности; признавать свое право и право других на ошибки.

ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

К концу 9 класса обучающийся научится:

понимать значение описательной, систематизирующей, объяснительной и прогностической функций физической теории – механики, молекулярной физики и термодинамики, роль физической теории в формировании представлений о физической картине мира;
различать условия применимости изученных моделей физических тел и процессов (явлений);
различать условия (границы, области) применимости изученных физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;
анализировать и объяснять механические, тепловые, электрические процессы и явления, используя основные положения и законы механики, молекулярно-кинетической теории, молекулярной физики и термодинамики, электродинамики;
анализировать и объяснять физические явления, используя основные положения и физические законы;
описывать физические процессы и явления, используя необходимые величины;
объяснять особенности протекания изучаемых физических явлений;
проводить исследование зависимости одной физической величины от другой с использованием прямых измерений, при этом конструировать установку, фиксировать результаты полученной зависимости физических величин в виде графиков с учетом абсолютных погрешностей измерений, делать выводы по результатам исследования;
проводить косвенные измерения физических величин, при этом выбирать оптимальный метод измерения, оценивать абсолютные и относительные погрешности прямых и косвенных измерений;
проводить опыты по проверке предложенной гипотезы: планировать эксперимент, собирать экспериментальную установку, анализировать полученные результаты и делать вывод о статусе предложенной гипотезы;
соблюдать правила безопасного труда при проведении исследований в рамках практикума и учебно-исследовательской деятельности с использованием измерительных устройств и лабораторного оборудования;
решать расчетные задачи с явно заданной и неявно заданной физической

моделью: на основании анализа условия обосновывать выбор физической модели, отвечающей требованиям задачи, применять формулы, законы, закономерности и постулаты физических теорий при использовании математических методов решения задач, проводить расчеты на основании имеющихся данных, анализировать результаты и корректировать методы решения с учетом полученных результатов;

решать качественные задачи, требующие применения знаний из разных разделов курса физики, а также интеграции знаний из других предметов естественно-научного цикла: выстраивать логическую цепочку рассуждений с опорой на изученные законы, закономерности и физические явления;

использовать теоретические знания для объяснения основных принципов работы измерительных приборов;

анализировать и оценивать последствия бытовой и производственной деятельности человека, связанной с физическими процессами, с позиций экологической безопасности, представлений о рациональном природопользовании, а также разумном использовании достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества;

применять различные способы работы с информацией физического содержания с использованием современных информационных технологий, при этом использовать современные информационные технологии для поиска, переработки и предъявления учебной и научно-популярной информации, структурирования и интерпретации информации, полученной из различных источников, критически анализировать получаемую информацию и оценивать ее достоверность как на основе имеющихся знаний, так и на основе анализа источника информации;

проявлять организационные и познавательные умения самостоятельного приобретения новых знаний в процессе выполнения проектных и учебно-исследовательских работ;

работать в группе с исполнением различных социальных ролей; проявлять мотивацию к будущей профессиональной деятельности по специальностям физико-технического профиля.

ЛИТЕРАТУРА И ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» (Зарегистрирован Минюстом России 7 июня 2012 г. № 24480).

2. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 12.08.2022 № 732 «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413» (Зарегистрирован Минюстом России 12.09.2022 № 70034).

3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации

от 18.05.2023 №371 «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования» (Зарегистрирован Минюстом России 12.07.2023 № 74228).

4. Кабардин О. Ф., Орлов В. А. Экспериментальные задания по физике. 9–11 классы: учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. – М.: «Вербум–М», 2001. – 208 с.
5. Слободянюк А. И. Физическая олимпиада: экспериментальный тур. – Минск, Аверсэв, 2011. – 378 с.
6. https://vos.olimpiada.ru/upload/files/Arhive_tasks/2022-23/reg/phys/tasks-maxwell-7-prak-reg-22-23.pdf
7. https://vos.olimpiada.ru/upload/files/Arhive_tasks/2022-23/reg/phys/sol-maxwell-7-prak-reg-22-23.pdf
8. http://olphys.org/olimpiady/Iepho21/8-5_Pushka.pdf
9. <https://цпм.пф/wp-content/uploads/2022/12/trebovaniya-k-postroeniju-grafikov-1.pdf>
10. https://всош.цпм.пф/upload/files/Arhive_tasks/2022-23/final/phys/tasks-phys-10-prak-final-22-23.pdf
11. https://всош.цпм.пф/upload/files/Arhive_tasks/2022-23/final/phys/sol-phys-10-prak-final-22-23.pdf
12. http://olphys.org/img/static/news/9-5_10-5.pdf
13. http://olphys.org/olimpiady/Iepho21/10-1_11-1_Dispersia.pdf
http://olphys.org/img/static/news/10-2_11-2.pdf