

ФИЗИКА

в примерах и задачах

Содержание



А.Д. Насонов
Т.И. Новичихина
Н.Н. Денисова

ФИЗИКА

в примерах и задачах

ОБ ИЗДАНИИ

Основной титульный экран

Дополнительный титульный экран неперидического издания – 1

Дополнительный титульный экран неперидического издания – 2

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет»

А.Д. Насонов, Т.И. Новичихина, Н.Н. Денисова

Физика в примерах и задачах
Задачник

Барнаул
ФГБОУ ВО «АлтГПУ»
2017

Об издании - 1, 2, 3.

УДК 373.5.016:53
ББК 74.262.23
НЗ16

Насонов, А.Д.

Физика в примерах и задачах [Электронный ресурс] : задачник / А.Д. Насонов, Т.И. Новичихина, Н.Н. Денисова. - Барнаул : АлтГПУ, 2017. – Систем. требования: PC не ниже класса Intel Celeron 2 ГГц ; 512 Мб RAM ; Windows XP/Vista/7/8/10 ; Adobe Acrobat Reader ; SVGA монитор с разрешением 1024x768 ; мышь.

Рецензенты:

Грязнов А.С., кандидат физико-математических наук, доцент (Алтайский государственный педагогический университет);

Гибельгауз О.С., кандидат педагогических наук, доцент (Алтайский государственный педагогический университет)

В пособие включены все разделы физики, в соответствии с образовательным стандартом, в объеме требований программы для учащихся средних школ. В издании рассмотрены некоторые алгоритмы и примеры решения задач по физике, а также приводятся контрольные работы. Основное назначение настоящего пособия – помочь учащимся Школы будущего учителя лучше освоить решение задач по физике.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом АлтГПУ 26.01.2017 г.

Текстовое (символьное) электронное издание.

Системные требования:

PC не ниже класса Intel Celeron 2 ГГц ; 512 Мб RAM ; Windows XP/Vista/7/8/10 ; Adobe Acrobat Reader ; SVGA монитор с разрешением 1024x768 ; мышь.

Об издании - 1, 2, 3.

ФИЗИКА

в примерах и задачах

Содержание

Электронное издание создано при использовании программного обеспечения Sunray BookOffice.

Объём издания - 2 700 КБ.

Дата подписания к использованию: 12.04.2017

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Алтайский государственный педагогический университет» (ФГБОУ ВО «АлтГПУ»)

ул. Молодежная, 55, г. Барнаул, 656031

Тел. (385-2) 36-82-71, факс (385-2) 24-18-72

e-mail: rector@altspu.ru, <http://www.altspu.ru>

Об издании - 1, 2, 3.

СОДЕРЖАНИЕ

Информация для абитуриентов

Общие методические указания

Указания к решению задач

Общая схема решения задачи

Алгоритм решения задач на законы сохранения (изменения) энергии и импульса

Алгоритм решения задач по кинематике

Алгоритм решения задач по динамике

Краткий алгоритм решения задач по теме «Электрический ток»

Краткий алгоритм решения задач по электростатике

Краткий алгоритм решения задач по теме «Магнитное поле тока»

Краткий алгоритм решения задач по теме «Электромагнитная индукция»

Отражение и преломление света, линзы, фотометрия

Контрольная работа № 1

Контрольная работа № 2

Контрольная работа № 3

Контрольная работа № 4

Контрольная работа № 5

Контрольная работа № 6

Контрольная работа № 7

Контрольная работа № 8

Приложение

УВАЖАЕМЫЕ ВЫПУСКНИКИ!

Центр довузовского образования ИФМО предлагает

ЗАОЧНЫЕ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ КУРСЫ

Цель курсов – углубленная подготовка обучающихся по физике.

Обучение ведется методом выполнения восьми контрольных работ. Вы отправляете выполненные работы почтой. Преподаватели проверяют их, пишут подробную рецензию для продолжения самостоятельной работы по изучению темы. На зимних и весенних каникулах ИФМО организует групповые консультации по физике, личные встречи с преподавателями, работающими с вами на заочных подготовительных курсах.

Для зачисления на курсы вам необходимо написать на имя директора ИФМО заявление в свободной форме с указанием фамилии, имени, отчества, полного домашнего адреса, избранной специальности.

После этого вы получите контрольные задания, методику работы над ними и сроки выполнения.

На зимних и весенних каникулах проводятся спецкурсы по авторским программам, подготовке к тестированию по физике.

ВНИМАНИЕ!

Данное пособие используется для самоподготовки. Если вы желаете получить оценку и рецензию преподавателя вуза за решенные контрольные работы, то вам необходимо записаться на подготовительные курсы ШБУ.

По всем вопросам обращаться учебную часть ИФМО

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Выполняя контрольные работы, нужно придерживаться следующих правил.

1. Каждую контрольную работу необходимо выполнять в отдельной ученической тетради, на обложке которой нужно указать фамилию, имя, отчество, номер контрольной работы и адрес учащегося.
2. Задачи контрольных работ должны иметь те же номера, под которыми они стоят в настоящем пособии. Каждую задачу начинать с новой страницы, обращая внимание на правильность оформления (в пособии указаны образцы оформления решения задачи). Для замечаний рецензента следует оставлять поля шириной 3–4 см.
3. В каждой контрольной работе нужно решить восемь задач. При этом задачи, отмеченные символами \square и $*$, решаются по выбору учащегося.
4. Решение каждой задачи должно быть оформлено четким, разборчивым почерком и сопровождаться кратким, но исчерпывающим пояснением. Если при решении задачи встретятся затруднения, то необходимо обратиться за консультацией к учителю физики или написать в университет.
5. При решении некоторых задач по физике можно использовать известный алгоритм решения. В данном пособии приведены алгоритмы решения задач по ряду тем.
6. Сложные задачи отмечены специальным символом $*$.
7. Векторные величины на рисунках и в тексте выделены жирным шрифтом.

Рекомендуем при решении задач не ограничиваться школьными учебниками физики, а использовать и дополнительную литературу, например:

1. Элементарный учебник физики / под ред. Г.С. Ландсберга. – Москва : Наука, 2000. – Т. 1–3.
2. Коган, Л.М. Учись решать задачи по физике / Л.М. Коган. – Москва : Высшая школа, 1993.
3. Бендриков, Г.А. Задачи по физике для поступающих в вузы / Г.А. Бендриков. – Москва : Наука, 1985.
4. Ложнов, А.П. Физика для абитуриентов / А.П. Ложнов. – Москва : Поматур, 1999.
5. Бутиков, Е.И. Физика в примерах и задачах / Е.И. Бутиков, А.А. Быков, А.С. Кондратьев. – Санкт-Петербург, 1999.

УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Как правило, данные задачи, в отличие от олимпиадных, не содержат никакой «эвристики». Для их решения достаточно просто грамотно применить физические законы и весьма умеренно владеть элементарной математикой. Главным условием успешного решения задач является знание и правильное понимание физических закономерностей, смысла физических величин, знание их единиц измерения. Если вы затрудняетесь в понимании условия задачи, существа описанной в ней физической ситуации, мы рекомендуем обратиться за разъяснением к соответствующим параграфам школьных учебников по физике. Можно также использовать любую справочную, методическую, учебную литературу по физике, имеющуюся в наличии.

Разумеется, невозможно сформулировать какой-то общий рецепт для решения задач, а тем более записать универсальный алгоритм, пригодный «на все случаи жизни». Тем не менее, приступая к решению любой задачи, полезно ориентироваться на следующую последовательность действий, которая поможет быстрее получить правильный ответ.

ОБЩАЯ СХЕМА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ

- Внимательно несколько раз прочитайте формулировку задачи. Поймите ее смысл. Выясните, какие величины даны, какие нужно найти, какие знания и из каких разделов физики необходимо для этого использовать.
- Используя стандартные обозначения, сделайте краткую запись условия, т. е. выпишите величины, которые известны, и величины, которые нужно найти.
- Если это необходимо, изобразите схему, рисунок или чертеж (возможно, не один), которые поясняют описанный в задаче процесс.
- Напишите уравнение или систему уравнений, описывающих происходящий процесс.
- Если равенства векторные, то введите систему координат (обратите внимание на рациональность этой процедуры) и сопоставьте им уравнения в проекциях на координатные оси.
- Еще раз вернитесь к условию задачи и проверьте, не следует ли дополнить его табличными данными (фундаментальные константы, характеристики конкретных материалов и т. д.).
- Решите полученные уравнения «в общем виде» (в буквенных обозначениях), обращая внимание на то, чтобы в конечные расчетные формулы входили только упомянутые в условии задачи величины и табличные (справочные) данные.
- Согласно расчетным формулам выполните действия с наименованиями физических величин и убедитесь в совпадении наименований обеих частей расчетных формул.
- По возможности исследуйте полученное решение.
- Переведите все данные задачи в одну систему СИ, подставьте в расчетную формулу численные значения физических величин и подсчитайте результат.
- Оцените полученный ответ с точки зрения его разумности: не противоречит ли полученное здравому смыслу и экспериментальным фактам.
- Запишите окончательный ответ.

При решении конкретных задач в пунктах 4–7 на эту схему может быть «наложен» и более конкретный алгоритм (например, один из предлагаемых ниже).

Не забывайте сопровождать решение краткими пояснениями!

Каждое из предлагаемых контрольных заданий посвящено конкретному разделу физики. Контрольные задания 1 и 2 содержат задачи по механике, задания 3 и 4 – по термодинамике и молекулярной физике, задания 5 и 6 – по электричеству и магнетизму, задание 7 – по оптике, 8 – по квантовой физике и основам специальной теории относительности.

Каждый раздел имеет свою внутреннюю структуру. Например, механику можно разделить на следующие основные подразделы: кинематика, динамика, статика, законы сохранения, механика жидкости и газа, колебания и волны. Понятно, что деление это достаточно условно и для решения некоторых задач необходимо привлекать сведения из разных разделов. Следует иметь в виду, что часть задач можно решить двумя-тремя разными способами.

Общих рецептов решения задач, как уже отмечалось выше, не существует, однако использование

ФИЗИКА

в примерах и задачах

Содержание

алгоритмов, особенно на начальном этапе решения, позволяет приобрести и закрепить полезные навыки.

Рассмотрим некоторые алгоритмы решения задач, сопровождая их конкретными примерами.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ (ИЗМЕНЕНИЯ) ЭНЕРГИИ И ИМПУЛЬСА

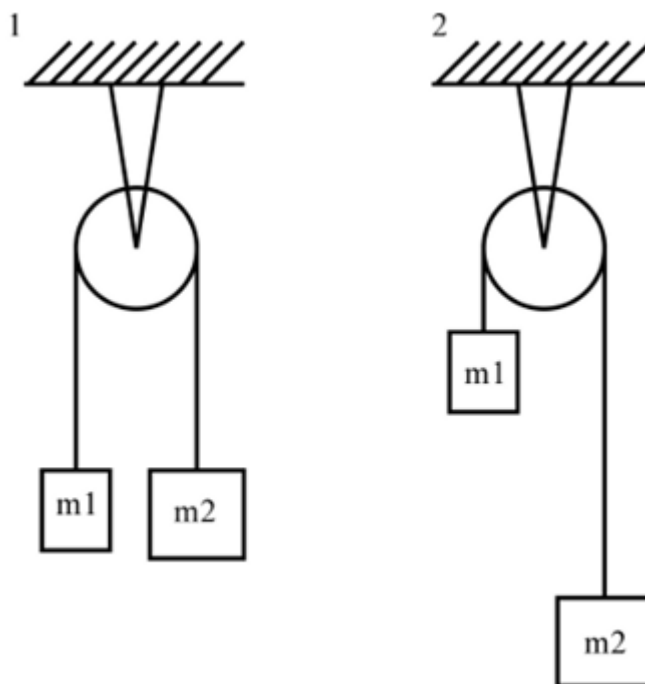
18. Выбрать систему тел.
19. Рассмотреть два (начальное и конечное) или больше (в зависимости от условия задачи) состояния этой системы.
20. Записать выражения для энергии (импульса) системы в выбранных условиях.
21. Установить, является ли данная система замкнутой.
22. Найти изменения энергии (импульса) системы при переходе от одного состояния к другому.
23. Приравнять изменения энергии (импульса) нулю, если система замкнута, или работе (импульсу) внешних сил, если система не замкнута.
24. Из полученных уравнений найти неизвестные величины.

Пример 1

Два груза массами $m_1=1$ кг и $m_2=1,2$ кг соединены длинной нитью, переброшенной через неподвижный невесомый блок, и находятся на одинаковом уровне $h=40$ см над поверхностью стола. В начальный момент система неподвижна. Какое количество теплоты выделится при ударе груза m_1 о стол, если считать, что в тепло переходит половина его энергии?

Решение:

При решении задачи будем придерживаться вышеприведенной схемы и соответствующего алгоритма.



Запишем кратко условие и изобразим начальное и конечное положение грузов.

При этом буквой η обозначим долю энергии груза, переходящую в тепло.

	СИ	
$m_1 = 1 \text{ кг}$	= 0,4 м	Рассмотрим механическую систему, состоящую из Земли и грузов. Система замкнута, поэтому полная механическая энергия в ней (до момента удара груза m_2 о стол) сохраняется. В начальном состоянии кинетическая энергия системы W_{k1} равна нулю, а потенциальная $W_{п1} = m_1gh + m_2gh$. В конечном положении (но до удара) кинетическая энергия $W_{k2} = m_1 \frac{v^2}{2} + m_2 \frac{v^2}{2}$, а потенциальная $W_{п1} = 2m_1gh$.
$m_2 = 1,2 \text{ кг}$		
$h = 40 \text{ см}$		
$\eta = 0,5$		
$Q = ?$		

По закону сохранения энергии $W_{k1} + W_{п1} = W_{k2} + W_{п2}$. После подстановки получим:

$$(m_1 + m_2)gh = 2m_1gh + (m_1 + m_2) \frac{v^2}{2}.$$

Выразим отсюда квадрат скорости:

$$v^2 = 2gh - \frac{4m_1gh}{m_1 + m_2}.$$

В момент удара кинетическая энергия тела 2 равна:

$$m_2 \frac{v^2}{2} = m_2 \left(gh - \frac{2m_1gh}{m_1 + m_2} \right).$$

Количество теплоты, выделившееся при ударе, $Q = \eta m_2 \frac{v^2}{2}$, поэтому расчетная формула приобретает вид:

$$Q = \eta m_2 gh \left(1 - \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \right).$$

Проверим, совпадают ли наименования правой и левой частей расчетной формулы. В правой части имеем:

$$\text{кг} \cdot \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) \cdot \text{м} \cdot \left(1 - \frac{\text{кг}}{\text{кг}} \right) = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}.$$

Это совпадает с наименованием левой части расчетной формулы, что свидетельствует в пользу правильности проведенных выкладок, хотя не может служить гарантией их справедливости. В то же время несовпадение наименований (если бы оно имело место) говорило бы о заведомой ошибке в наших расчетах.

Исследуем полученное решение. Согласно расчетной формуле количество выделяющейся при ударе тепловой энергии пропорционально начальной высоте грузов над поверхностью стола и должно расти с увеличением массы груза m_2 и с уменьшением массы груза m_1 , что следует признать физически обоснованным.

Так как в расчетную формулу входит ускорение свободного падения g , то условие задачи необходимо дополнить известным значением. Допишем его в краткую запись условия задачи. Принимая во внимание, что в системе СИ $h = 0,4 \text{ м}$, вычислим значение Q .

$$Q = 0,5 \cdot 1,2 \cdot 9,8 \cdot 0,4 \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{1}{1 + 1,2}\right) \approx 0,21(\text{Дж}).$$

Оценим разумность полученного значения. Физически ясно, что количество теплоты, выделившееся при ударе, не может превышать первоначального запаса механической энергии груза $m_2: m_2gh \approx 4,7 \text{ Дж}$. С этой точки зрения полученное значение $Q \approx 0,21(\text{Дж})$ следует признать разумным.

Ответ: $Q \approx 0,21(\text{Дж})$.

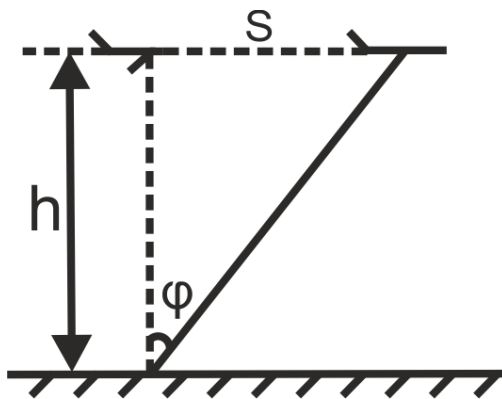
АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО КИНЕМАТИКЕ

1. Выбрать систему отсчета.
2. Изобразить на рисунке все тела, участвующие по условию задачи в движении, в начальном, конечном и промежуточном положении.
3. Указать на рисунке необходимые кинематические характеристики (ускорение, скорость, путь и т. д.) каждого из движущихся тел.
4. Записать уравнение движения каждого тела в векторной форме (в простых задачах этот пункт может быть опущен).
5. Записать уравнения движения каждого тела в координатной форме (в простых задачах, типа рассмотренной в примере 2, можно не вводить явно систему координат).
6. Дополнить полученную систему недостающими уравнениями из условия задачи, а также необходимыми формулами связи между отдельными кинематическими характеристиками движения.
7. Решить полученную систему относительно неизвестных величин в общем виде (получить расчетные формулы).
8. В случае необходимости перевести все известные величины в одну систему единиц и произвести вычисления согласно расчетным формулам.
9. Произвести действия с наименованиями согласно расчетным формулам.
10. Проанализировать полученные результаты.

Пример 2

Сверхзвуковой самолет пролетает над наблюдателем на высоте 8 км с постоянной скоростью 400 м/с. Какой угол с вертикалью составляет направление на самолет в тот момент, когда звук пролетающего самолета достигнет наблюдателя?

Решение:



Запишем кратко условие задачи:

$h=8$ км	СИ	Свяжем систему отсчета с неподвижным наблюдателем. Покажем на рисунке два положения самолета, соответствующих моментам времени $t = 0$ и $t = \tau$. Так как скорость самолета больше скорости звука в воздухе, то раньше всего до наблюдателя дойдет звуковая волна, создаваемая самолетом в момент нахождения непосредственно над ним (при $\tau = 0$).
$\varphi = ?$		

Однако наблюдатель услышит звук с запаздыванием на время $\tau = \frac{h}{v_0}$, где v_0 – скорость звука в воздухе. За это время самолет, движущийся равномерно, пройдет путь $S = vt$. Подставляя в последнюю формулу значение τ , получим $S = \frac{vh}{v_0}$. Угол, составляемый направлением на самолет с вертикалью в момент достижения звуком наблюдателя, можно найти из треугольника (см. рисунок).

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{s}{h} = \frac{v}{v_0}. \text{ Отсюда } \varphi = \operatorname{arctg} \left(\frac{v}{v_0} \right) \text{ м}$$

Так как в расчетную формулу входит скорость звука в воздухе, дополним условие справочным значением $v_0 = 330 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Проведем вычисления: $\varphi = \operatorname{arctg} \left(\frac{400}{330} \right) \approx 50,5^\circ$. Таким образом, указание высоты полета самолета оказывается лишним. В то же время для решения задачи оказалось необходимым привлечение справочных данных (скорости звука в воздухе).

Ответ: $\varphi = \operatorname{arctg} \approx 50,5^\circ$.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ДИНАМИКЕ

1. Выбрать инерциальную систему отсчета и удобные направления координатных осей. Изобразить на рисунке объекты (тела и материальные точки), о которых говорится в условии.
2. Указать направление векторов скорости каждого тела.
3. Изобразить силы, действующие на каждый из объектов.
4. Записать в векторной форме основное уравнение динамики для каждого тела.
5. Записать формулы для определения сил и подставить их в основное уравнение динамики.
6. Перейти в полученных векторных равенствах к уравнениям в проекциях на координатные оси.
7. В случае необходимости дополнить полученную систему уравнений недостающими равенствами и решить ее в общем виде относительно неизвестных величин.
8. При необходимости перевести численные значения всех неизвестных в одну систему единиц.
9. Найти численные значения всех неизвестных.
10. Произвести действия с наименованиями неизвестных величин согласно формулам, полученным в пункте 8.
11. Проанализировать полученные результаты.

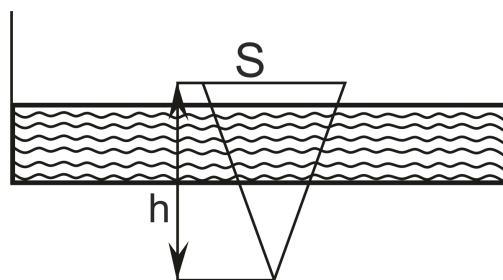
Замечание: предлагаемый алгоритм можно использовать и при решении задач статики, если исключить из него пункт 3 и принять ускорение каждого тела равным нулю.

Пример 3

Круглое отверстие в дне сосуда (см. рис.) закрыто конической пробкой с сечением основания S . При какой наибольшей плотности материала пробки ρ можно, доливая воду, добиться всплытия пробки? Площадь отверстия в дне равна S_0 , плотность воды – ρ_0

Решение:

В общем случае на пробку действуют три силы: сила тяжести mg , направленная вертикально вниз, а также направленные вверх выталкивающая (Архимедова) сила F_A и сила реакции дна сосуда N . По мере доливания воды Архимедова сила будет расти, стремясь к максимально возможному значению. Выталкивающая сила будет максимальна, когда вода достигнет верхней (по рисунку) части пробки. Вертикальная реакция дна сосуда будет по мере увеличения уровня воды уменьшаться, стремясь к нулю.



Из-за простоты системы сил соответствующего рисунка приводить не будем, вы можете сделать это самостоятельно. Условие всплытия пробки можно записать в виде: $mg + F_A = 0$. Считая, что вертикальная ось координат направлена вниз, и, проецируя векторы сил на направление вертикали, получим условие равновесия в форме: $mg - F_A = 0$.

«Тонкость» в решении данной задачи заключается в правильном использовании закона Архимеда.

Необходимо четко понимать, что Архимедова сила обусловлена векторной суммой сил гидростатического давления, действующих на поверхность погруженного в жидкость (или газ) тела. Если отполированную грань кубика «притереть» к ровному дну сосуда, а затем аккуратно (чтобы жидкость не попала в зазор) налить в него воды, то на нижнюю грань кубика не будет действовать гидростатическое давление, следовательно, не будет и Архимедовой силы.

Мысленно выделим в погруженной части пробки, представляющей по форме усеченный конус, круговой цилиндр с основанием S_0 , равным площади отверстия в дне. Так как под цилиндром нет жидкости, то выталкивающая сила на него не действует!

Обозначим объем пробки за V , объем ее части, выступающей из сосуда, за V_0 , а объем выделенного мысленно цилиндра $V_{\text{ц}}$. Примем за L расстояние, на которое пробка выступает из дна. Тогда Архимедова сила

$$F_A = \rho_0 g (V - V_0 - V_{\text{ц}}).$$

Масса пробки $m = \rho V$, поэтому условие равновесия примет вид: $\rho g V - \rho_0 g (V - V_0 - V_{\text{ц}}) = 0$. (*)

Учтем, что объем конуса равен одной трети произведения площади его основания на высоту, а объем цилиндра – просто произведению площади основания на высоту, в силу чего имеем:

$$V = \frac{Sh}{3}; V_0 = \frac{S_0 L}{3}; V_{\text{ц}} = S_0 (h - L).$$

Сокращаем уравнение (*) на g , после подстановки получим:

После очевидных упрощений:

$$\rho = \rho_0 \left[\frac{2S_0 L}{Sh} + 1 - \frac{3S_0}{S} \right].$$

Из подобия геометрических тел (конусов с основанием S и S_0) легко найти отношение $\frac{L}{h} = \frac{S_0}{S}$, с учетом

чего ответ можно представить в виде: $\rho = \rho_0 \left[1 - \frac{3S_0}{S} + 2 \left(\frac{S_0}{S} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$.

Ответ: $\rho = \rho_0 \left[1 - \frac{3S_0}{S} + 2 \left(\frac{S_0}{S} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$.

КРАТКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК»

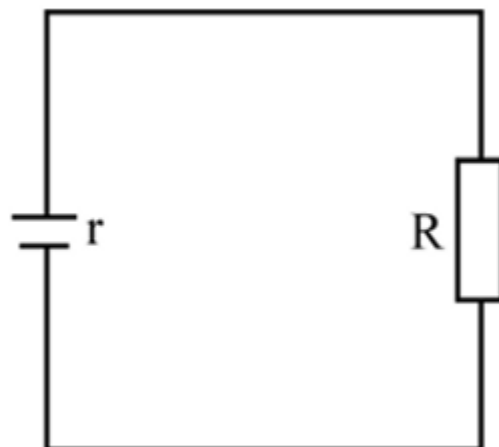
1. Проанализировать электрическую цепь (систему цепей). Выявить составляющие ее (их) элементы и параметры, определяющие режим ее (их) работы.
2. Проанализировать возможность использования закона Ома для участка или полной цепи, а также возможность упрощения схемы с использованием законов последовательного и параллельного соединений.
3. В случае сложной схемы возможно ее упрощение за счет использования метода эквипотенциальных узлов или преобразования отдельных участков схемы в эквивалентные (замена «звезды» «треугольником» и наоборот).
4. В случае достаточно простой цепи (критерием является отсутствие или минимальное количество узлов, источников ЭДС), составляется система уравнений, включающая закон Ома для полной цепи или участка цепи, формулы расчета полного сопротивления и ЭДС.
5. Решение полученной системы уравнений приводит к нахождению необходимых величин или параметров.

Пример 4

При внешнем сопротивлении R_1 по цепи идет ток I_1 . При внешнем сопротивлении R_2 сила тока будет I_2 . Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

Решение:

R_1, I_1	Цепь включает в себя источник э.д.с с некоторым внутренним сопротивлением и внешнее сопротивление.
R_2, I_2	
$E-?,$	Наиболее рациональным шагом в описании процессов, происходящих в такой цепи, будет использование закона Ома. На основе закона Ома для участка цепи запишем систему двух уравнений:
$r-?$	
$I_1 = \frac{E}{R_1 + r} \quad (1), I_2 = \frac{E}{R_2 + r} \quad (2)$	



Делим уравнение (1) на уравнение (2):

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2 + r}{R_1 + r}$$

Отсюда внутреннее сопротивление $r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2}$.

Подставляя это выражение для r , например, в уравнение (1), находим ЭДС источника тока:

$$E = I_1(R_1 + r) = I_1 R_1 + \left(\frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2} \right) = \frac{I_1 I_2 (R_2 - R_1)}{I_1 - I_2}$$

Ответ: $E = \frac{I_1 I_2 (R_2 - R_1)}{I_1 - I_2}$

КРАТКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ЭЛЕКТРОСТАТИКЕ

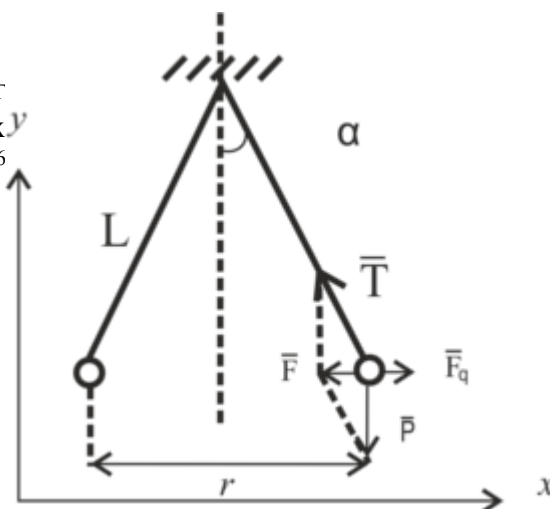
1. Выявить источники поля.
2. Определить, основываясь на принципе суперпозиции и законе Кулона, напряженность электрического поля в исследуемой точке или области пространства.
3. Проанализировать и записать в виде векторного уравнения условие равновесия сил (как электрической, так и неэлектрической природы), приложенных к компонентам системы.
4. Перейти от этого уравнения к проекциям в виде системы уравнений, полученной проецированием векторного уравнения на выбранные оси координат.
5. Из полученной системы уравнений, используя данные задачи, выразить искомые неизвестные.
6. Проанализировать полученный результат.

Пример 5

Два одинаковых металлических шарика массой $m = 0,1$ кг каждый подвешены в воздухе на тонких шелковых нитях длиной по $L = 2$ м. Шарикам сообщен суммарный заряд $q = 10^{-16}$ Кл. Определить, на какое расстояние r разойдутся шарики.

Решение:

$M = 0,1$ кг	Введем шарики в соприкосновение. Так как шарики одинаковы, то и их емкости тоже одинаковы. Тогда при соприкосновении заряд q распределится между ними поровну. Заряд каждого шарика будет:
$L = 2$ м	
$q = -10^{-16}$ Кл	
$r = ?$	$q_1 = \frac{q}{2} = -0,5 \times 10^{-16}$ Кл.



Изобразим на рисунке описываемую систему и силы, приложенные к одному из шариков. На каждый шарик после того, как они разошлись под действием силы отталкивания, действуют три силы (рис.): сила тяжести $P = mg$, сила натяжения нити T и сила отталкивания со стороны поля заряда другого шарика F_q . Так как тела находятся в равновесии, векторная сумма всех сил, действующих на каждый шарик, равна нулю:

$P + T + F_q = 0$. Введем систему координат, связанную с Землей. После проецирования сил на ось X :

$$F_q - T \sin \alpha = 0, \text{ или } F_q - T \sin \alpha = F(*).$$

Здесь F – горизонтальная составляющая силы натяжения T . После проецирования на ось Y : $T \cos \alpha - P = 0 (**)$.

Из уравнения (**), получаем: $T = \frac{P}{\cos \alpha}$.

Подставляем это выражение в (*) и получаем: $F_q = \frac{P}{\cos \alpha} \times \sin \alpha$, или $F_q = P \times \operatorname{tg} \alpha$.

При малом угле α можно принять: $\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha \approx \frac{rP}{2L}$, тогда $F = \frac{rP}{2L}$.

По закону кулона $F = \frac{1}{4\pi} \times \frac{q_1^2}{\varepsilon_0 r^2}$, то есть $\frac{rP}{2L} = \frac{1}{4\pi} \times \frac{q_1^2}{\varepsilon_0 r^2}$.

Отсюда находим для искомого расстояния r в системе СИ.

$$r = \sqrt{\frac{2lq_1^2}{2\pi\varepsilon_0 P}}$$

$$r = \frac{2 \times 2,0 \times 0,5^2 \times 10^{-12}}{\sqrt{4\pi \times \frac{1}{36\pi \times 10^9} \times 0,1 \times 9,8}} = 0,097 \text{ м}$$

Ответ: шарики разойдутся на расстояние $r = 97$ мм.

КРАТКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКА»

1. Определить конфигурацию проводника с током, создающим магнитное поле. При необходимости разбить его на фрагменты, определение магнитного поля которых является простой задачей.
2. Представить результирующее поле в исследуемой точке как сумму полей, создаваемых рассматриваемыми элементами.
3. Выбрать систему координат и найти проекции результирующего поля, а затем и само поле по проекциям составляющих.
4. Проанализировать полученный результат.

Пример 6

На прямой провод длиной $L = 2 \text{ м}$ с током $I = 50 \text{ А}$, расположенный в однородном магнитном поле, под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению магнитных линий поля, действует сила $F = 5 \text{ Н}$. Определить индукцию поля и напряженность этого магнитного поля в воздухе.

Решение:

$L = 2 \text{ м}$	Сила, действующая на проводник с током, помещенный в магнитном поле:
$I = 50 \text{ А}$	$F = BIL \times \sin \alpha$
$\alpha = 30^\circ$	Здесь α – угол между направлением тока в проводнике и вектором индукции магнитного поля.
$F = 5 \text{ Н}$	Отсюда индукция этого магнитного поля:
$B = ?, H = ?$	$B = \frac{F}{IL \sin \alpha}, B = \frac{5 \text{ Н}}{50 \text{ А} \times 2 \text{ м} \times \sin 30^\circ} = 0,1 \frac{\text{Н}}{\text{А} \times \text{м}} = 0,1 \text{ Тл},$

Напряженность магнитного поля (в воздухе):

$$H = \frac{B}{\mu_0}, H = \frac{0,1 \left(\frac{\text{Н}}{\text{А} \times \text{м}} \right)}{4\pi \cdot 10^{-7} \left(\frac{\text{Н}}{\text{А}^2} \right)} \approx 78 \cdot 10^3 \frac{\text{А}}{\text{м}}$$

Ответ: Индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, напряженность $H = 78 \text{ А/м}$.

КРАТКИЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ»

1. Составить выражение для потока вектора магнитной индукции через контур проводника.
2. Определить скорость изменения потока вектора индукции (т. е. ЭДС индукции).
3. Если необходимо, например, определить силу тока или количество электричества, протекающего по проводнику, следует воспользоваться законом Ома и определением силы тока.
4. Проанализировать полученный результат.

Пример 7

Катушка диаметром $d = 0,2$ м, имеющая $n = 50$ витков, находится в переменном магнитном поле. Найти скорость изменения индукции поля в тот момент, когда ЭДС индукции, возбуждаемая в обмотке, равна 100 В.

Решение:

$d = 0,2$ м	Так как поток вектора индукции $\Phi = B \times S$, где $S = const$ – площадь витка катушки, то ЭДС индукции в одном витке: $E_{1\text{инд}} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Delta B}{\Delta t} \times S$. Отсюда скорость изменения индукции поля: $\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t \times S} = \frac{E_{1\text{инд}}}{S}$
$n = 50$	
$E_{\text{инд}} = 100$ В	
$\frac{\Delta B}{\Delta t} = ?$	Так как в катушке n витков, то ЭДС индукции в одном витке: $E_{1\text{инд}} = \frac{E_{\text{инд}}}{n}$

Тогда скорость

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{E_{\text{инд}}}{n \times S} \text{ и так как витки в катушке круглые, то } S = \frac{\pi d^2}{4}. \quad \text{Тогда окончательно:}$$

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} = \frac{4E_{\text{инд}}}{\pi n d^2} = \frac{4 \times 100}{\pi \times 50 \times 0,2^2} = 63,7 \frac{\text{Тл}}{\text{с}}$$

Ответ: скорость изменения индукции поля при ЭДС индукции в обмотке 100 В составляет $63,7 \frac{\text{Тл}}{\text{с}}$.

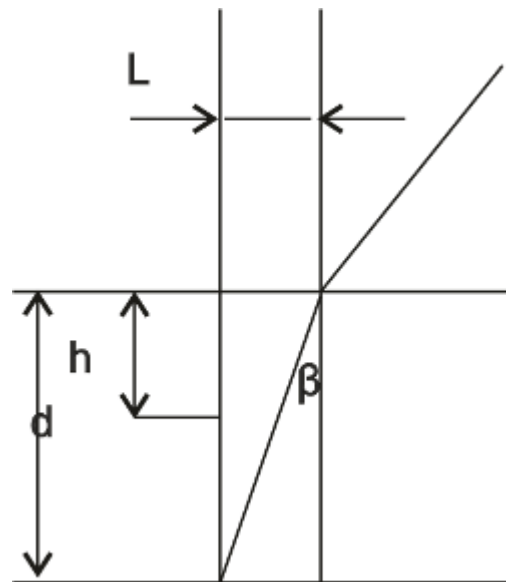
ОТРАЖЕНИЕ И ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА, ЛИНЗЫ, ФОТОМЕТРИЯ

Пример 8

На одной стороне стеклянной плоскопараллельной пластинки нанесена алмазом небольшая метка. Метка рассматривается в микроскоп с небольшим увеличением, причем при переворачивании пластинки меткой вниз приходится опустить тубус микроскопа на 10 мм, чтобы резкость изображения не нарушилась. Определить толщину пластинки. Показатель преломления стекла $n=1,5$.

Решение:

$h = 10 \text{ мм}$	СИ	Рассмотрим луч, идущий от метки, находящейся в нижнем положении. Наблюдатель будет видеть метку на пересечении луча, идущего вертикально вверх, с продолжением луча, идущего под некоторым углом (см. рис.). Обозначим через L расстояние между точками выхода этих лучей из пластинки α .
$n = 1,5$	$= 10^{-2}$	
$d = ?$		



Тогда $L = h \times \operatorname{tg} \alpha$; $L = d \times \operatorname{tg} \beta$, где h – расстояние от поверхности стекла до кажущегося положения метки, которое равно перемещению тубуса микроскопа, а d – толщина пластинки.

Поскольку пучок лучей, попадающий в объектив микроскопа, весьма узок, то углы α и β малы, и тангенсы этих углов с достаточной точностью можно заменить синусами: $L = h \times \sin \alpha$; $L = d \times \sin \beta$

Поделив первое соотношение на второе, замечая, что $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$ есть показатель преломления стекла, получим $d = h \times n$ или, после подстановки числовых значений, $d = 10 \times 1,5 = 15 \text{ мм}$.

Ответ: толщина пластинки 15 мм.

Пример 9

Предмет высотой $h = 40 \text{ см}$ находится на расстоянии $d = 1 \text{ м}$ от вертикально расположенной рассеивающей линзы с фокусным расстоянием $F = -25 \text{ см}$. Определить, где находится изображение предмета и высоту изображения. Найти оптическую силу линзы.

Решение:

$h = 40 \text{ см}$	$= 0,4 \text{ м}$	Из формулы линзы (где F – фокусное расстояние) найти f , h' и D (d – расстояние от предмета до линзы, f – расстояние от линзы до изображения).
$d = 1 \text{ м}$		
$F = -25 \text{ см}$	$= -0,25 \text{ м}$	Найдем: $f = \frac{Fd}{d - f}$
$F = ?$		
$h' = ?$		Таким образом, расстояние изображения от линзы: $f = \frac{-0,25 \times 1,0}{1,0 + 0,25} \text{ м} = -\frac{1}{5} \text{ м} = -20 \text{ см}$, т. е. изображение мнимое.
$D = ?$		

Высоту изображения найдем из подобия, т. е. из условия: $\frac{h}{d} = \frac{h'}{d}$. Тогда

$$h' = h \times k = h \times \left| \frac{f}{d} \right| = 0,40\text{м} \times \frac{0,20}{1,0} = 0,08\text{м} = 8\text{см}.$$

Оптическая сила линзы:

$$D = \frac{1}{F} = \frac{1}{-0,25} = -4 \text{ дптр}.$$

Ответ: линза дает мнимое изображение высотой 8 см на расстоянии 20 см от нее. Оптическая сила линзы составляет -4 диоптрии.

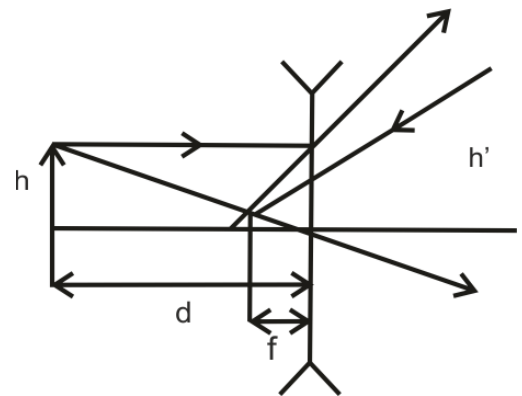
Пример 10

Световая отдача электролампы в 100 кд составляет 15 лм/Вт. Определить мощность лампы и ее полный световой поток.

Решение:

$\eta = 15 \text{ лм/Вт}$	Полный световой поток определяется формулой: $\Phi_0 = 4\pi l$, тогда: $\Phi_0 = 4\pi \times 100 = 1256 \text{ лм}$. Так как световая отдача η связана с мощностью N лампы соотношением $\eta = \frac{\Phi}{N}$, то отсюда мощность лампы: $N = \frac{\Phi}{\eta}, N = \frac{1256 \text{ лм}}{15 \frac{\text{лм}}{\text{Вт}}} = 83,7 \text{ Вт}$.
$I = 100 \text{ кд}$	
$N - ?$	
$\Phi_0 - ?$	

Ответ: полный световой поток лампы $\Phi_0 = 1256 \text{ лм}$, ее мощность 83,7 Вт.

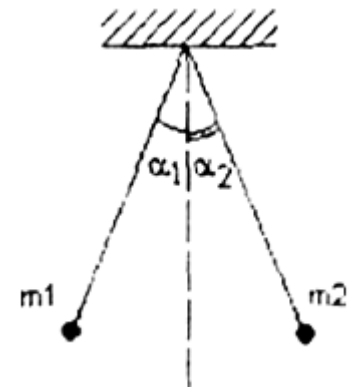
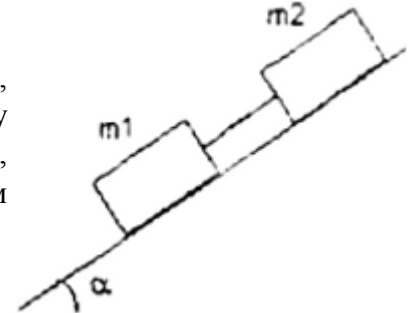
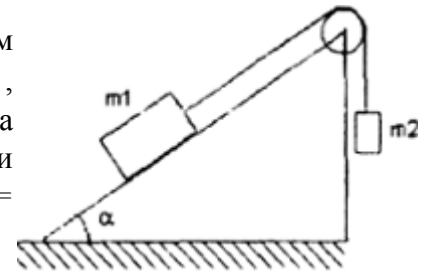


КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

1. Велосипедист, двигавшийся со скоростью 5,4 км/ч начинает спуск с горы с постоянным ускорением 0,2 м/с². Одновременно от подножия горы вверх начинает равнозамедленно подниматься второй велосипедист, начальная скорость которого была 18 км/ч, а модуль ускорения 0,2 м/с². Через какое время они встретятся, если начальное расстояние между велосипедистами составляет 130 м?
2. На какой высоте скорость тела, брошенного вертикально вверх со скоростью 10 м/с, уменьшается вдвое?
3. Найти величину скорости камня, брошенного под углом 60° к горизонту с начальной скоростью 8 м/с, на половине максимальной высоты его подъема. Сколько времени с момента броска пройдет до момента, когда камень достигнет этой скорости?
4. С какой линейной скоростью перемещается конец секундной стрелки наручных часов, если длина стрелки 2 см?
5. Какую минимальную скорость должен сообщить мячу футболист, чтобы поразить ворота, находящиеся от него в момент удара на расстоянии 20 м? Соппротивление воздуха не учитывать.
6. *На высоте h с постоянной горизонтальной скоростью V движется воздушная цель. Какова должна быть начальная скорость V_0 снаряда и угол наклона ствола зенитного орудия, чтобы поразить эту цель. Считать, что в момент выстрела цель находилась на одной вертикали с орудием.
7. Какое расстояние проходит тело, движущееся с постоянным ускорением, за 10 секунд, если за вторую секунду своего движения оно преодолело путь 6 м? Начальная скорость тела равна нулю.
8. Катер движется к пристани поперек течения реки со скоростью 36 км/ч. Матрос перемещается вдоль борта катера от носа к корме со скоростью 2 м/с. Найти скорость, с которой перемещается матрос относительно пристани, если скорость течения реки 1 м/с.
9. Две трети пути автомобиль двигался с постоянной скоростью 72 км/ч, а оставшийся отрезок пути – со скоростью 54 км/ч. Найти среднюю скорость движения автомобиля на всем пути.

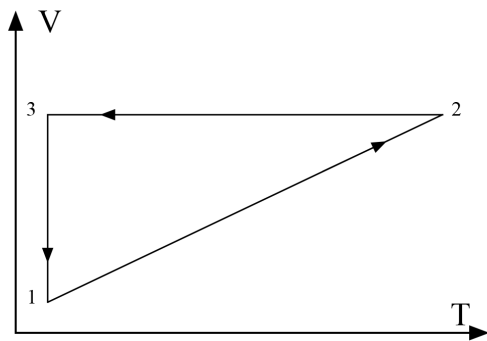
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

1. На шнуре длиной $l = 2$ м подвешено тело массой $m = 2$ кг, которое колеблется с амплитудой $\varphi = 30^\circ$ в поле тяжести Земли. Вычислить максимальную силу натяжения шнура.
2. Рельс массой 1000 кг, длиной 10 м равномерно поднимают на двух параллельных тросах, один из которых укреплен на конце рельса, а другой – на расстоянии 1 м от второго конца. Найти силу натяжения каждого троса.
3. Найти силу натяжения якорной цепи, удерживающей на течении катер массой 2500 кг, если объем погруженной части катера равен $1,5 \text{ м}^3$, а угол, который составляет якорная цепь с вертикалью в точке прикрепления к катеру, составляет 60° .
4. Тело массы $m_1 = 2$ кг движется вверх по наклонной плоскости с углом при основании $\alpha = 30^\circ$, под действием груза массой $m_2 = 3$ кг, соединенного с телом m_1 посредством тонкой нити, которая перекинута через невесомый блок. Найти силу давления нити на ось блока, если коэффициент трения между телом и m_1 наклонной плоскостью при $k = 0,2$.
5. Два бруска с массой m_1 и m_2 , связанные нитью между собой, находятся на наклонной плоскости. Коэффициенты трения между брусками и плоскостью известны и равны соответственно k_1 и k_2 , причем $k_2 > k_1$. Найти минимальное значение угла α , при котором система придет в движение.
6. * Два небольших пластилиновых шарика, с массами m_1 и m_2 , подвешены в одной точке на тонких нитях одинаковой длины L . Их отводят в противоположные стороны (в одной плоскости) так, что нити образуют с вертикалью малые углы α_1 и α_2 , соответственно, и затем одновременно отпускают. В момент столкновения шарики слипаются. На какую высоту h над наинизшей точкой своей траектории поднимутся слипшиеся шарики?
7. Вычислить, с какой скоростью двигался автомобиль массой 1200 кг, если в процессе остановки на него действовала постоянная тормозящая сила 24 кН, а тормозной путь составляет 20 м.
8. Определить абсолютное удлинение стального троса, свитого из 100 жил, под действием груза массой 4 т, если известно, что коэффициент жесткости каждой жилы (стальная проволока) равен $2 \cdot 10^4$ Н/м?
9. Какой коэффициент жесткости должна иметь пружина, чтобы подвешенный к ее концу груз массой 100 г совершал на поверхности Луны колебания с такой же частотой, как и математический маятник с длиной нити 1 м в земных условиях? Принять, что ускорение свободного падения на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле.



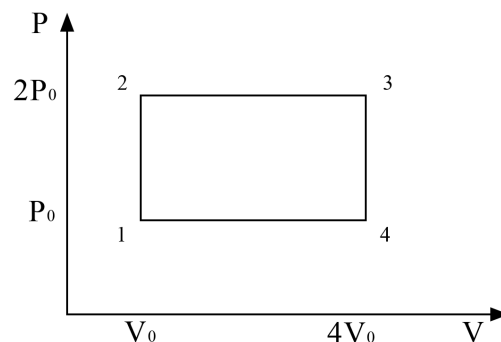
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

1. На сколько понизится давление газа в сосуде объемом 1 л, если вследствие утечки газа из него выйдет $2 \cdot 10^2$ молекул? Температура газа оставалась неизменной 23°C .
2. Найти число атомов в медном предмете, если его объем $8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$.
3. На рисунке даны графики изопроцессов в координатах V, T . Изобразите эти процессы в координатах P, T и P, V .
4. Закрытая с обоих концов трубка длиной 1 м разделена на две равные части теплонепроницаемым поршнем. В обеих половинах находятся одинаковые массы одного и того же газа при температуре 27°C . На какое расстояние сместится поршень, если в одной из частей трубки температуру газа повысить до 127°C . Считать, что трубка не проводит тепло.
5. Относительная влажность воздуха вечером при температуре 22°C равна 60 %. Выпадет ли роса, если ночью температура понизится до 4°C ?
6. Сколько молекул водяного пара содержится в комнате объемом 40 м^3 при температуре 21°C и относительной влажности 35 %.
7. Давление газа при 17°C равно P . До какой температуры следует охладить изохорно газ, чтобы давление стало $0,6 P$.
8. Под каким давлением находится идеальный газ, если его плотность $1,29 \text{ кг/м}^3$, а средняя квадратичная скорость молекул 400 м/с ?
9. Как изменится средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул идеального газа, если его температура уменьшилась в 9 раз?



КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4

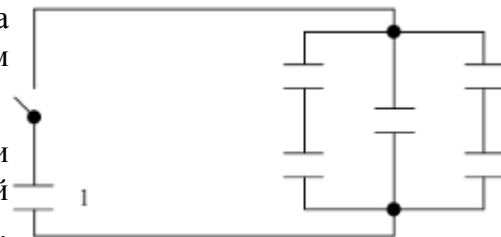
1. Определить массу воды, поднявшейся по капиллярной трубке диаметром 1 мм, если коэффициент поверхностного натяжения воды равен $7,3 \cdot 10^{-2}$ Н/м, а плотность воды – $1,0 \cdot 10^3$ кг/м³.
2. Какую работу нужно совершить, чтобы выдуть мыльный пузырь диаметром 20 см? Процесс выдувания считать изотермическим.
3. В стакан с горячим чаем один раз опустили железную ложку, а в другой раз – алюминиевую такого же объема. В каком случае понижение температуры в стакане окажется более значительным?
4. В алюминиевый калориметр массой 200 г опустили кусок льда. Температура льда и калориметра $\sim 10^\circ\text{C}$. Затем через калориметр пропустили водяной пар при 100°C . После того как температура смеси оказалась равной 20°C , измерили массу смеси, она оказалась равной 500 г. Найти массу сконденсировавшегося пара и массу льда, находившегося в калориметре в начале опыта.
5. Вычислите увеличение внутренней энергии водорода массой 4 кг при повышении его температуры на 20 К: 1) изохорно; 2) изобарно.
6. Температура нагревателя 227°C , а холодильника 20°C . От нагревателя взята энергия $5 \cdot 10^3$ Дж. Найти работу, произведенную машиной, если машина идеальная.
7. С какой скоростью должна лететь свинцовая дробинка, чтобы расплавиться при ударе о стенку? Здесь предполагается, что начальная температура дробинки 120°C и все количество теплоты, выделившейся при ударе, пошло на нагревание и плавление дробинки.
8. Как изменится внутренняя энергия газа, если ему сообщить 1 МДж теплоты, а внешние силы совершили над газом работу 400 КДж?
9. Чему равен коэффициент полезного действия цикла, проводимого с одноатомным идеальным газом и изображенного на PV-диаграмме?



КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 5

1. Плоский конденсатор емкостью $1,0 \text{ мкФ}$ несет заряд $q = 3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$. Какова разность потенциалов между пластинами конденсатора?
2. Каково напряжение на клеммах реостата сопротивлением 15 Ом , если сила тока в цепи составляет 2 А ?
3. Какой ток проходит через сопротивление 150 Ом , если за 20 минут в нем выделяется 800 Дж теплоты?

4. Два одинаковых плоских конденсатора емкости C соединены параллельно и заряжены до разности потенциалов U . Пластины одного из конденсаторов разводят на большое расстояние. Найти разность потенциалов на втором конденсаторе и его энергию.

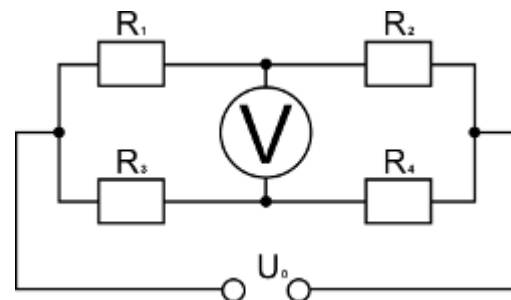


5. К конденсатору 1 емкости C , заряженному до разности потенциалов U , подсоединяется батарея из конденсаторов такой же емкости (рис.). Найти заряд на каждом из шести конденсаторов.

6. На электролампе написано: 60 Вт , 220 В . Какова сила тока в лампе, если она включена в сеть с напряжением 220 В ? Чему равно сопротивление этой лампы?

7. *Расстояние между двумя одноименными точечными зарядами ($q_1 = 3 \text{ нКл}$, $q_2 = 4 \text{ нКл}$) равно 40 см . Определить точку, в которую необходимо поместить третий заряд q_3 , чтобы вся система зарядов находилась в равновесии. Определить величину и знак заряда. Устойчивым или неустойчивым будет равновесие?

8. Найти напряжение, которое покажет высокоомный вольтметр, включенный в схему так, как показано на рисунке. Сопротивления резисторов R_1 , R_2 , R_3 и R_4 , а также напряжение U_0 известны.



9. Напряженность электрического поля, создаваемого равномерно заряженным металлическим шаром радиуса 10 см на расстоянии 20 см от его поверхности, равна 6 В/м . Какова при этом напряженность поля на расстоянии 20 см от его центра?

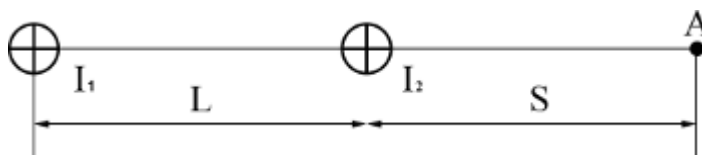
10. Два одинаковых металлических шарика очень маленького радиуса находятся в вакууме на некотором расстоянии друг от друга. Заряды шариков равны соответственно $+3q$ и $-q$. Как изменится модуль силы электростатического взаимодействия этих тел, если, приведя шарики в соприкосновение, их развели на прежнее расстояние и поместили в непроводящую среду с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$?

11. Электрическая лампочка рассчитана на напряжение 220 В . Как и на сколько изменится электрическая мощность лампы, если ее включить в цепь с напряжением 110 В . Сопротивление лампы при этом остается неизменным.

12. По проводнику течет ток 60 мкА . Сколько электронов пройдет через его поперечное сечение за время 10^{-6} с ?

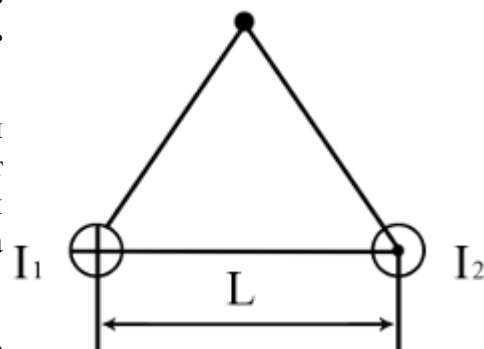
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 6

1. На проводник длиной 50 см с током 2 А действует магнитное поле с силой 0,05 Н. Найти угол между направлением тока и вектором магнитной индукции. Индукция поля 0,1 Тл.
2. По катушке, индуктивность которой $L = 0,05$ мГ, течет ток $I = 0,8$ А. При выключении ток изменяется до нуля за время $t = 120$ мкс. Определить среднее значение ЭДС самоиндукции, возникающей в контуре.
3. В однородное магнитное поле индукцией 0,08 Тл влетает электрон со скоростью 4 Мм/с, направленной перпендикулярно линиям индукции. Чему равна сила, действующая на электрон в магнитном поле, и радиус кривизны траектории окружности, по которой он движется? Модуль заряда электрона и его масса соответственно равны $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.



4. По двум бесконечно длинным параллельным проводникам, расстояние между которыми L , в одном направлении текут токи I_1 и I_2 . Определить индукцию магнитного поля в точке A , лежащей на продолжении прямой, соединяющей проводники, отстоящей на расстоянии S от второго проводника (рис.). Считать, что оба проводника расположены в вакууме.
5. Рамка, имеющая 250 витков, площадь поперечного сечения которых $0,05\text{м}^2$, вращается в однородном магнитном поле вокруг оси, перпендикулярной силовым линиям. При скорости вращения 12 об/сек максимальная ЭДС переменного тока равна 15 В. Какова магнитная индукция поля?
6. Найти индуктивность катушки длиной 30 см, площадью поперечного сечения 10см^2 , с общим числом витков, равным 600. Найти индуктивность катушки, если в нее введен железный сердечник, магнитная проницаемость которого $\mu = 500$.

7. *Два прямолинейных длинных проводника расположены параллельно на расстоянии L друг от друга. По проводникам текут токи $I_1 = I_2 = I$ в противоположных направлениях. Найти модуль и направление индукции магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии L от каждого проводника.



8. Проволочное кольцо радиуса R имеет проводящую перемычку, расположенную вдоль диаметра (рис.). В левую и правую полуокружности включены конденсаторы емкостями C_1 и C_2 . Кольцо помещено в нарастающее линейно со временем магнитное поле с индукцией $B(t) = \frac{B_0 t}{T}$, перпендикулярное его плоскости. В некоторый момент перемычку убирают и затем прекращают изменять магнитное поле. Найти установившиеся заряды на конденсаторах.

9. В контуре с индуктивностью 60 мГн протекает постоянный ток 2 А. Какой магнитный поток при этом возникает в контуре?

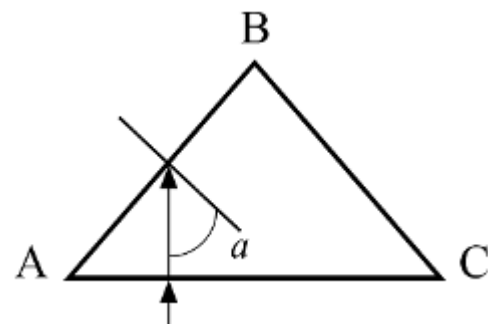
10. Через катушку с сердечником, индуктивность которой равна 15 Гн, протекает ток 10 А. В течение какого времени при разрыве цепи ток спадает до нуля, если при этом в катушке возникает ЭДС самоиндукции 75 В?

11. Прямолинейный тонкий проводник длиной 15 см движется с ускорением в однородном поперечном магнитном поле, индукция которого 0,1 Тл. Каково ускорение движения проводника, если разность потенциалов между его концами изменяется со временем по закону: $U = 0,2t$? Направление скорости движения перпендикулярно длине проводника.
12. Протон, движущийся со скоростью V , влетает перпендикулярно линиям индукции в однородное магнитное поле, индукция которого B . Найти радиус кривизны траектории движения протона.

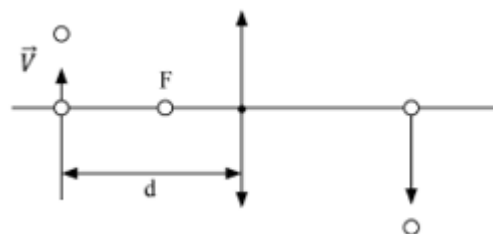
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 7

1. Относительный показатель преломления на границе воздух-стекло равен 1,5, а на границе воздух-вода 1,33. Чему он равен на границе вода-стекло?
2. Определить оптическую силу линзы, дающей десятикратное увеличение. Расстояние от линзы до изображения 55 см.
3. Одна поверхность линзы, изготовленной из стекла с показателем преломления 1,5, плоская, другая – сферическая. Определить радиус кривизны сферической поверхности линзы, если ее оптическая сила равна 2,5 дптр.
4. При прохождении потока нейтронов через пластинку кадмия толщины 1 мм число частиц уменьшилось на 15 %, а их скорость не изменилась. Какая доля потока нейтронов пройдет через пластинку кадмия толщины 8 мм?

5. Проследить ход луча, падающего на грань AC прямоугольной равнобедренной призмы (рис.). Показатель преломления материала призмы $n_1 = 1,6$. Как изменится картина, если призму поместить в сероуглерод, показатель преломления которого $n_2 = 1,63$? Угол падения луча на грань $AB = 45^\circ$.



6. Точка движется со скоростью $V = 4$ см/с (рис.). С какой скоростью движется ее изображение, если $d = 30$ см, а фокусное расстояние линзы равно 20 см?



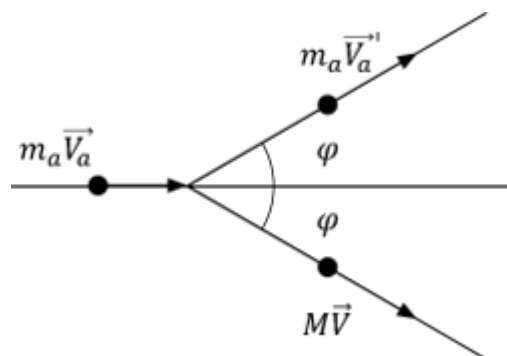
7. *Определить фокусное расстояние лупы, состоящей из двух линз, фокусное расстояние которых равно 10 и 15 см. Расстояние между линзами пренебрежимо мало по сравнению с их фокусными расстояниями.
8. *Во сколько раз освещенность в лунную ночь в полнолуние меньше, чем в солнечный день? Высота Луны и Солнца над горизонтом одинакова. Считать, что Луна рассеивает в среднем часть $= 0,07$ солнечного света, падающего на нее, равномерно по всей полусфере. Расстояние от Земли до Луны $L = 4 \cdot 10^5$ км, радиус Луны $r = 2 \cdot 10^3$ км.
9. Скорость распространения света в некоторой прозрачной среде равна $2,12 \cdot 10^8$ м/с. При падении луча на поверхность этой среды из вакуума угол преломления равен 30° . Определить угол падения.
10. Точечный источник света движется равномерно по прямой под углом 20° к плоскости вертикально стоящего зеркала. Расстояние между источником и его изображением изменяется со скоростью 0,2 м/с. Какова скорость движения источника?
11. Вертикально стоящий столб высотой 8 м отбрасывает на горизонтальную поверхность тень длиной 9,2 м. Длина тени от вертикального шеста при этом на 6 м меньше, какова высота шеста?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 8

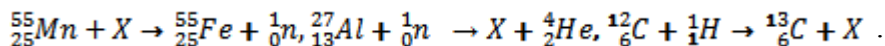
1. Определить энергию, массу и импульс фотона $\lambda = 0,016 \cdot 10^{-1} \text{ м}$.
2. Сколько нейтронов содержится в ядре атома изотопа азота?
3. Вычислить массу ядра изотопа кислорода.
4. Вычислить активность 1 г изолированного изотопа ^{226}Ra и время, через которое активность упадет на 10 %.
5. Найти энергию, выделяющуюся при делении 1 г урана-235.

6. *Частота головной линии серии Лаймана водорода в спектре галактики равна ν . С какой скоростью удаляется эта галактика от Земли?

7. *При столкновении с неподвижным ядром мишени α -частица рассеялась на угол $\varphi = 30^\circ$, а ядро отдачи вылетело под таким же углом. Найти массу ядра мишени.



8. Написать обозначения, соответствующие символу X в следующих реакциях:



9. Какая часть атомов (от первоначального количества) радиоактивного вещества распадется в течение времени, равного четырем периодам полураспада?

10. При делении одного ядра урана-235 выделяется $3,2 \cdot 10^{11}$ Дж энергии. Сколько энергии выделится при делении?

11. На какую величину уменьшается заряд радиоактивного ядра при α -распаде?

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ, КОТОРЫЙ НЕОБХОДИМО ИЗУЧИТЬ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

МЕХАНИКА

Кинематика. Механическое движение. Относительность движения. Система отсчета. Материальная точка. Траектория. Путь и перемещение. Скорость. Ускорение.

Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Свободное падение тел. Ускорение свободного падения. Уравнение прямолинейного равноускоренного движения.

Криволинейное движение точки на примере движения по окружности с постоянной по модулю скоростью.

Центростремительное ускорение.

Основы динамики. Инерция. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета.

Взаимодействие тел. Масса. Импульс. Сила. Второй закон Ньютона. Принцип суперпозиции сил. Принцип относительности Галилея.

Силы в природе. Сила тяготения. Закон всемирного тяготения. Вес тела. Невесомость. Первая космическая скорость. Сила упругости. Закон Гука. Сила трения. Коэффициент трения. Закон трения скольжения.

Третий закон Ньютона.

Момент силы. Условие равновесия тел.

Законы сохранения в механике. Законы сохранения импульса. Ракеты. Механическая работа. Мощность. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия. Законы сохранения энергии в механике. Простые механизмы. Коэффициент полезного действия механизма.

Механика жидкостей и газов. Давление. Атмосферное давление. Изменение атмосферного давления с высотой. Закон Паскаля для жидкостей и газов. Барометры и манометры. Сообщающиеся сосуды. Принцип устройства гидравлического пресса.

Архимедова сила для жидкостей и газов. Условия плавания тел на поверхности жидкости. Движение жидкости по трубам. Зависимость давления жидкости от скорости ее течения.

Измерение расстояний, промежутков времени, силы объема, массы, атмосферного давления.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

Основы молекулярно-кинетической теории. Опытное обоснование положений молекулярно-кинетической теории. Броуновское движение. Диффузия. Масса и размер молекул. Измерение скорости молекул. Опыт Штерна. Количество вещества. Моль. Постоянная Авогадро. Взаимодействие молекул. Модели газа. Модели газа, жидкости и твердого тела.

Основы термодинамики. Тепловое равновесие. Температура и ее изменение. Абсолютная температурная шкала. Внутренняя энергия. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в

термодинамике. Первый закон термодинамики. Изотермический, изохорный и изобарический процессы. Адиабатический процесс.

Необратимость тепловых процессов. Второй закон термодинамики и его статистическое истолкование. Преобразование энергии в тепловых двигателях. КПД теплового двигателя.

Идеальный газ. Связь между давлением и средней кинетической энергией молекул идеального газа частиц газа. Связь температуры и средней кинетической энергией молекул частиц газа.

Уравнение Клапейрона-Менделеева. Универсальная газовая постоянная. Жидкости и твердые тела. Испарение и конденсация. Насыщенные и ненасыщенные пары. Влажность воздуха. Кипение жидкости.

Кристаллические и аморфные тела. Преобразование энергии при изменениях агрегатного состояния вещества.

Измерение давления газа, влажности воздуха, температуры, плотности вещества.

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Электростатика. Электризация тел. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.

Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Электрическое поле точечного заряда. Потенциальность электрического поля. Разность потенциалов. Принцип суперпозиции полей.

Проводники в электрическом поле. Электрическая емкость. Конденсатор. Емкость плоского конденсатора.

Диэлектрическая проницаемость. Энергия электрического поля плоского конденсатора.

Постоянный электрический ток. Электрический ток. Сила тока. Напряжение. Носители свободных электрических зарядов в металлах, жидкостях и газах. Сопротивление проводников. Закон Ома для участка цепи. Последовательное и параллельное соединение проводников. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.

Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников, p-n переход.

Магнитное поле, электромагнитная индукция. Взаимодействие магнитов. Взаимодействие проводников с током. Магнитное поле. Действие магнитного поля на электрические заряды. Индукция магнитного поля. Сила Ампера. Сила Лоренца. Магнитный поток. Электродвигатель.

Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукция Фарадея. Правило Лоренца. Вихревое электрическое поле. Самоиндукция.

Индуктивность. Энергия магнитного поля.

Измерение силы тока, напряжения, сопротивления проводника.

КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Механические колебания и волны. Гармонические колебания. Амплитуда, период и частота колебаний. Свободные колебания. Математический маятник. Период колебаний математического маятника.

Преобразование энергии при гармонических колебаниях. Вынужденные колебания. Резонанс. Понятие об автоколебаниях.

Механические волны. Скорость распространения волны. Длина волны. Поперечные и продольные волны. Уравнение гармонической волны. Звук.

Электромагнитные колебания и волны. Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в контуре. Преобразование энергии в колебательном контуре. Собственная частота колебаний в контуре. Вынужденные электрические колебания.

Переменный электрический ток. Генератор переменного тока. Действующее значение силы тока и напряжения. Активное, емкостное и индуктивное сопротивление. Резонанс в электрической цепи.

Трансформатор. Производство, передача и потребление электрической энергии.

Идеи теории Максвелла. Электромагнитные волны. Скорость распространения электромагнитных волн. Принцип радиосвязи. Шкала электромагнитных волн.

ОПТИКА

Свет – электромагнитная волна. Прямолинейное распространение, отражение и преломление света. Луч. Законы отражения и преломления света. Показатель преломления. Полное отражение. Предельный угол полного отражения.

Ход лучей в призме. Построение изображений в плоском зеркале. Собирающая и рассеивающая линзы. Формула тонкой линзы. Построение изображений в линзах. Фотоаппарат. Глаз. Очки.

Интерференция света. Когерентность. Дифракция света. Дифракционная решетка. Поляризация света. Поперечность световых волн. Дисперсия света.

Измерение фокусного расстояния собирающей линзы, показателя преломления вещества, длины волны света.

ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Инвариантность скорости света. Принцип относительности Эйнштейна. Пространство и время в специальной теории относительности. Связь массы и энергии.

КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Тепловое излучение. Постоянная Планка. Фотоэффект. опыты Столетова. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Гипотеза Луи де Бройля. Дифракция электронов. Корпускулярно-волновой дуализм.

Радиоактивность. Альфа-, бета-, гамма-излучения. Методы наблюдения и регистрации частиц в ядерной физике.

Опыт Резерфорда по рассеянию α -частиц. Планетарная модель атома. Боровская модель атома водорода. Спектры. Люминесценция. Лазеры.

Закон радиоактивного распада. Нуклонная модель атома. Заряд ядра. Массовое число ядра. Энергия связи частиц в ядре. Деление ядер. Синтез ядер. Ядерные реакции. Сохранение заряда и массового числа при ядерных реакциях. Выделение энергии при делении и синтезе ядер. Использование ядерной

энергии. Дозиметрия.

Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия.

МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ И ФИЗИЧЕСКАЯ КАРТИНА МИРА

Эксперимент и теория в процессе познания мира. Моделирование явлений и объектов природы. Научные гипотезы. Физические законы и границы их применимости. Роль математики в физике. Принцип соответствия. Принцип причинности. Физическая картина мира.