

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный университет»

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИФН,
Гудов Александр Михайлович
« 21 » 2018г.



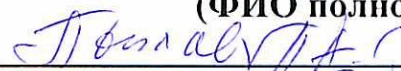
ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ,
проводимых КемГУ самостоятельно,
для поступающих по программам магистратуры
по направлению подготовки

03.04.02 Физика
в 2019 году

Руководитель направления подготовки

Поплавной А.С.

(ФИО полностью)



(подпись)

« 21 » 2018 г.

КЕМЕРОВО, 2018

Форма проведения вступительных испытаний: тест

Вступительное испытание представляет тест, состоящий из 30 вопросов и заданий, позволяющих оценить совокупных значений дескрипторов «знать», «уметь», «владеть» выборочных компетенций по направлению подготовки 03.03.02 Физика.

По структуре вступительные испытания состоят из 30 заданий (25 тестовых и 5 заданий со свободно конструируемым ответом).

Результаты оцениваются по 100 балльной шкале.

Каждый правильный ответ на тестовое задание - 2 балла.

Ответ на задание со свободно конструируемым ответом – от 0 до 10 баллов. Критерии оценивания: 10 баллов выставляется при соблюдении следующих условий:

- а) условия задачи и решение правильно оформлены,
- б) задача решена в общем виде,
- в) приведены числовые значения всех необходимых констант,
- г) ответ оценен с необходимой численной точностью.

За невыполнение одного из вышеперечисленных требований снимается 2 балла.

Нижний порог прохождения – 30 баллов.

Продолжительность проведения вступительных испытаний 180 минут (3 часа)

В программе представлены:

- пример вступительного тестового задания;
- содержание тем по дисциплинам, включенным в программу вступительных испытаний;
- список учебной и учебно-методической литературы.

Апелляции по вступительным испытаниям принимаются на следующий день после опубликования результатов.

1. СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ ПО ДИСЦИПЛИНАМ,

ВКЛЮЧЕННЫХ В ПРОГРАММУ ЭКЗАМЕНА НА СООТВЕТСТВИЕ УРОВНЮ БАКАЛАВРА ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ФИЗИКА»

Механика

Кинематика и динамика материальной точки

Единицы измерения физических величин. Основные и производные единицы. Система СИ. Способы описания движения материальной точки. Перемещение, скорость и ускорение материальной точки в векторной и координатной формах. Тангенциальное и нормальное ускорение. Кривизна траектории. Прямая и обратная задачи кинематики материальной точки. Инерциальные системы отсчета. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея. Инварианты преобразований Галилея. Классический закон сложения скоростей. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Кинематические следствия преобразований Лоренца. Относительность одновременности. Релятивистский закон сложения скоростей. Силы и взаимодействия. Законы Ньютона. Уравнение движения. Релятивистская форма уравнения движения. Силы инерции. Неинерциальные системы, движущиеся прямолинейно и поступательно. Неинерциальные вращающиеся системы отсчета. Выражения для сил инерции. Уравнения движения в неинерциальных системах отсчета.

Кинематика и динамика абсолютно твердого тела

Степени свободы твердого тела. Вращательное движение. Угловая скорость и угловое ускорение. Связь линейных и угловых характеристик точек твердого тела, вращающегося относительно неподвижной оси. Сложение вращений. Плоское движение твердого тела. Разложение плоского движения на поступательное и вращательное. Мгновенная ось вращения. Движение тела, закрепленного в одной точке. Линейная скорость точек твердого тела. Внешние и внутренние силы. Сила, действующая на систему материальных точек. Импульс, момент импульса и момент силы для материальной точки и системы материальных точек. Уравнение движения системы. Уравнение моментов для системы материальных точек. Центр масс. Теорема о движении центра масс. Система уравнений движения твердого тела. Момент инерции тела относительно оси. Момент импульса тела. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Кинетическая энергия движения твердого тела. Кинетическая энергия вращения.

Законы сохранения в механике

Уравнение движения и законы сохранения. Изолированная система материальных точек. Закон сохранения импульса для изолированной системы. Закон сохранения момента импульса. Механическая работа сил. Аддитив-

ность механической работы Мощность. Кинетическая энергия. Теорема Кёнига. Потенциальное поле сил. Работа сил потенциального поля. Потенциальная энергия и ее нормировка. Связь сил потенциального поля с потенциальной энергией. Закон сохранения энергии в механике. Работа сторонних сил и изменение механической энергии системы. Связь законов сохранения с однородностью и изотропностью пространства и однородностью времени

Молекулярная физика

Молекулярно-кинетическая теория идеальных газов

Распределение молекул газа по скоростям (Максвелла). Характерные скорости распределения Максвелла: наивероятнейшая, средняя и среднеквадратичная скорости молекул газа. Распределение молекул по компонентам скоростей. Число молекул в различных участках распределения. Частота ударов молекул о стенку. Средняя кинетическая энергия молекул

Столкновения молекул в газе. Длина свободного пробега. Частота соударений.

Молекулярная теория давления идеального газа. Основное уравнение кинетической теории идеальных газов. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева). Закон Дальтона. Закон Авогадро.

Распределение Больцмана. Барометрическая формула.

Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы. Число степеней свободы молекул идеального газа.

Процессы переноса в газах: диффузия, внутреннее трение, теплопроводность.

Диффузия: закон Фика. Внутреннее трение (перенос импульса): закон Ньютона - Стокса. Теплопроводность: закон Фурье. Уравнение переноса.

Связь коэффициентов переноса с молекулярно-кинетическими характеристиками газа. Зависимость коэффициентов переноса от температуры и плотности.

Термодинамика

Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы. Понятие функции состояния. Внутренняя энергия. Теплота и работа. Первое начало термодинамики. Теплоемкость идеального газа. Связь теплоемкости газа с числом степеней свободы молекул. Уравнение Майера. Процессы в идеальных газах: изотермический, изохорический, изобарический, адиабатический, политропный процесс. Работа в этих процессах.

Энтропия идеального газа. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа. Зависимость энтропии от давления и объема в изотермических процессах

Циклические процессы. Работа цикла. Коэффициент полезного действия. Цикл Карно.

Реальные газы, жидкости и твердые тела

Изотермы, уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа. Адиабатическое расширение реального газа в пустоту. Свободная поверхностная энергия. Поверхностное натяжение. Краевой угол смачивания. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Капиллярные явления. Теплоемкость твердого тела.

Фазовые переходы первого и второго рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Скрытая теплота перехода. Диаграммы состояний.

Электричество и магнетизм

Постоянное электрическое поле

Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля. Принцип суперпозиции. Электростатическая теорема Гаусса. Работа, совершаемая силами электростатического поля при переносе заряда. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал поля точечного заряда, системы точечных зарядов и непрерывно распределенных зарядов. Электрическое поле диполя. Электрическое поле при наличии проводников. Напряженность электрического поля вблизи поверхности заряженного проводника. Потенциал и электрическая емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Конденсаторные цепи. Электрическое поле при наличии диэлектриков. Молекулярная картина поляризации диэлектрика. Коэффициент поляризуемости. Полярные и неполярные диэлектрики. Поляризованность. Виды поляризации. Поляризационный объемный и поверхностный заряды, их связь с вектором поляризации. Сегнетоэлектрики. Энергия электростатического поля.

Постоянный ток. Постоянное магнитное поле

Электрическое поле при наличии постоянного тока. Сила тока. Плотность тока. Сторонние электродвижущие силы (ЭДС.). Уравнение непрерывности и условие стационарности электрического тока. Закон Ома. Работа и мощность, совершаемая при прохождении электрического тока. Правила Кирхгофа. Классическая теория электропроводности металлов. Магнитное поле тока. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле, создаваемое прямолинейным током. Магнитное поле кругового тока, соленоида. Сила Лоренца. Сила Ампера. Магнитный момент тока. Момент сил, действующих на виток с током в магнитном поле. Закон полного тока. Дифференциальная форма закона полного тока. Магнитный поток. Теорема Гаусса для магнитных полей. Диамагнетики в однородном магнитном поле. Вектор намагниченности вещества. Парамагнитные вещества в однородном магнитном поле. Расчет парамагнитной восприимчивости парамагнитных газов. Закон Кюри. Магнитное поле в магнетиках. Магнитная индукция. Напряженность магнитного поля. Закон полного тока для магнетиков. Ферромагнетики.

Электромагнитная индукция. Переменный ток. Уравнения Максвелла

Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. Явление самоиндукции. Индуктивность контура, соленоида. Энергия магнитного поля, создаваемого изолированным контуром с током. Энергия магнитного поля в магнетиках. Квазистационарные переменные токи. Условие квазистационарности. Цепи квазистационарного переменного тока. Основное уравнение для квазистационарного тока. Получение переменного гармонического тока. Работа и мощность гармонического переменного тока. Коэффициент мощности. Обобщенный закон Ома. Векторные диаграммы для гармонического переменного тока. Метод комплексных амплитуд для расчета цепей гармонического тока. Первое уравнение Максвелла. Второе уравнение Максвелла. Взаимная связь между электрическим и магнитным полями. Ток смещения. Система уравнений Максвелла и их физический смысл. Закон сохранения энергии электромагнитного поля. Плотность потока электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойтинга. Излучение электромагнитных волн. Плоские электромагнитные волны в вакууме.

Атомная физика

Основы квантовой теории строения атома водорода

Корпускулярно-волновой дуализм в природе микрообъекта: фотоэффект, эффект Комптона, волны де-Бройля; модель Бора для атома водорода: постулаты Бора, правило квантования орбит, квантование энергии электрона, энергетическая диаграмма, квантование динамических переменных на стационарных орбитах, спектральные линии, спектральные серии, изотопический сдвиг спектральных линий, водородоподобные системы; соотношение неопределенностей Гейзенберга: соотношение неопределенностей для координат и импульса, соотношение неопределенностей для энергии и времени; операторы динамических переменных, уравнение Шредингера, волновая функция, стационарные состояния; микрообъект в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме: волновая функция, квантование энергии, вероятность нахождения микрообъекта в определенной области пространства.

Механический и магнитный моменты атома

Орбитальный механический и магнитный момент электрона, квантование модуля момента, пространственное квантование; спин электрона, спиновый механический и магнитный момент электрона, квантование спинового момента, пространственное квантование; результирующий механический и магнитный момент электрона, внутреннее квантовое число j ; правила сложения моментов, квантование векторов результирующих моментов, квантовые числа результирующих моментов; общие принципы образования результирующего момента электронной оболочки, $j-j$ связь, связь Рассела – Саундер-

са; магнитный момент электронной оболочки в приближении связи Рассела-Саундерса, векторная диаграмма, множитель Ланде, квантование момента, большое квантовое число J ; индексация состояний электронной оболочки, атомные термы; магнитный момент атомного ядра; результирующий магнитный момент атома, квантование момента, квантовое число F ; принципы построения электронных оболочек многоэлектронных атомов, основное состояние электронной оболочки, атомные термы в конфигурациях с эквивалентными электронами.

Взаимодействие моментов в электронной оболочке и с внешними полями

Спин-орбитальное взаимодействие: СОВ и тонкая структура термов атома водорода, СОВ и тонкая структура термов в атомах щелочных металлов, СОВ и мультиплетная структура термов в многоэлектронных атомах; сверхтонкое взаимодействие, сверхтонкая структура термов атомов; оптические квантовые переходы в электронной оболочке атома: разрешенные и запрещенные переходы, правила отбора, тонкая структура спектральных линий атома водорода, водородоподобных систем, атомов щелочных металлов, атома гелия; сверхтонкая структура спектральных линий атома водорода, водородоподобных систем, атомов щелочных металлов, атома гелия; атом во внешнем магнитном поле: эффект Зеемана в слабом внешнем магнитном поле, эффект Зеемана в сильном внешнем магнитном поле, опыт Штерна и Герлаха.

2. ПРИМЕР ВСТУПИТЕЛЬНОГО ТЕСТА

1. Задание

Какую кинетическую энергию имел электрон на входе в поле с задерживающим потенциалом, если в результате совершенной силами поля работы -3 Дж скорость электрона уменьшилась в 2 раза по сравнению с первоначальной. Действием магнитного поля пренебречь.

- 1) 2 Дж
- 2) 4 Дж
- 3) 9 Дж

2. Задание

Какова полная механическая работа силы $\vec{F} = 4\vec{i}$, если под действием этой силы частица переместилась по дуге параболы из положения (1), заданного радиус-вектором $\vec{r}_1 = 2\vec{i} - \vec{j} + \vec{k}$ в положение (2) $\vec{r}_2 = \vec{j}$.

- 1) 3.5 Дж
- 2) 10 Дж
- 3) -8 Дж

3. Задание

Какие величины сохраняются при упругом столкновении двух шаров на горизонтальной поверхности, рассматриваемых как система тел? (выберите все правильные ответы)

- импульс системы
- импульсы каждого из шаров
- ускорение каждого шара
- скорости до и после соударения
- механическая энергия системы

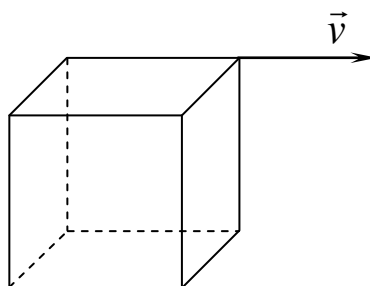
4. Задание

Чему равен угол между вектором силы, действующей на систему в момент времени $t = 1$ с и осью z декартовой системы координат, если зависимость импульса системы от времени имеет вид $\vec{p} = t^2\vec{i} - 3t^3\vec{j} - \vec{k}$.

- 1) 0 градусов
- 2) 90 градусов
- 3) 180 градусов

5. Задание

Сколько % составит объем куба (см. рис.), движущегося со скоростью $v = c\sqrt{2}/2$ (c – скорость света в вакууме), от объема этого же куба в системе отсчета, где он покоится?



- 1) 11 %
- 2) 51 %
- 3) 71 %

6. Задание

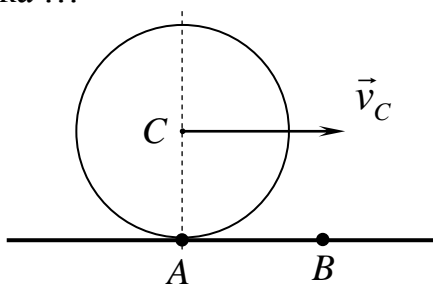
Какова работа равнодействующей всех сил сопротивления, действующих на снаряд массы 50 кг за время его движения, если при выстреле под углом к горизонту снаряду сообщена скорость 200 м/с?

- 1) 12 МДж
- 2) -1 МДж
- 3) 2 МДж

7. Задание

Выберите правильный ответ из приведенного списка

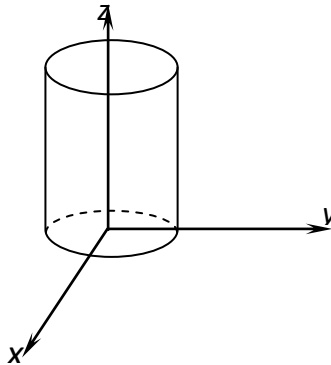
Диск катится по горизонтальной поверхности без проскальзывания (см. рис.), так что скорость центра диска (точка С) остается постоянной. Мгновенная ось вращения диска ...



- проходит через точки А и С
- проходит через точки А и В
- перпендикулярна плоскости диска и проходит через точку С
- проходит через точку С параллельно прямой АВ
- проходит через точку А перпендикулярно плоскости диска

8. Задание

Чему равен импульс однородного цилиндра (см. рис.) массы 5 кг и радиуса 0,2 м, если цилиндр вращается с угловой скоростью 0,01 рад/с относительно оси Z, совпадающей с осью симметрии цилиндра.



- 1) 0 кг·м/с
- 2) 5 кг·м/с
- 3) 2 кг·м/с

9. Задание

Установите последовательность вычисления пройденного частицей пути, если известен закон движения в векторной форме:

1: Найти скорость частицы $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

2: Ввести систему координат и найти проекции вектора v_x, v_y, v_z

3: Найти модуль скорости $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$

4: Составить и решить дифференциальное уравнение $v = \frac{ds}{dt}$

- 1) 1-2-3-4
- 2) 2-1-3-4
- 3) 4-3-2-1

10. Задание

На сколько компонент расщепится спектральная линия, отвечающая переходу

$^2P_{3/2} - ^2S_{1/2}$, в слабом внешнем магнитном поле?

- 1) 8
- 2) 1
- 3) 6

11.Задание

На сколько компонент расщепится пучок атомов в опыте Штерна и Герлаха, если основное состояние атома 3P_1 (внешнее магнитное поле считать слабым)?

- 1) 8
- 2) 3
- 3) 10

12.Задание

На сколько компонент расщепится пучок атомов в опыте Штерна и Герлаха, если основное состояние атома $^2P_{1/2}$ (внешнее магнитное поле считать сильным)?

- 1) 5
- 2) 7
- 3) 2

13.Задание

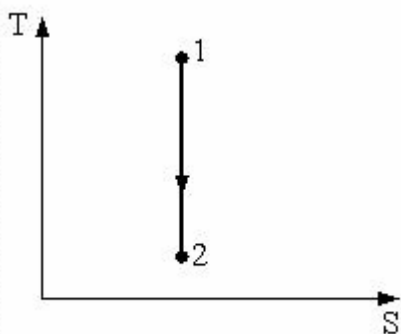
Внесите в строку число

Азот массой 1 кг находится при температуре 280 К. Найти внутреннюю энергию газа.

- 1) 108 кДж
- 2) 208 кДж
- 3) 308 кДж

14.Задание

Процесс, изображенный в координатах (Т, S), где S - энтропия является ...



- 1) изохорным охлаждением
- 2) изотермическим сжатием
- 3) адиабатным расширением

15.Задание

Доля частиц, скорости которых лежат в заданном интервале описывается

- 1) барометрической формулой
- 2) распределением Максвелла
- 3) уравнением Гаусса

16.Задание

Укажите число компонентов тонкой структуры атомного термина 4P ?

- 1) 3
- 2) 2
- 3) 4

17.Задание

Компонент атомного термина ${}^2D_{5/2}$ имеет число подуровней сверхтонкой структуры (ядерное спиновое квантовое число $I=7/2$):

- 1) 2
- 2) 6
- 3) 4

18.Задание

В слабом внешнем магнитном поле компонент термина ${}^4P_{3/2}$ расщепится на число компонент:

- 1) 4
- 2) 12
- 3) 5

19.Задание

На какой высоте плотность воздуха в два раза меньше, чем на уровне моря? Считать, что температура воздуха везде одинакова и равна 273 К.

- 1) -6 км
- 2) -7 км
- 3) -8 км

20.Задание

Температура реального газа при адиабатическом расширении в пустоте:

- 1) не меняется
- 2) понижается
- 3) зависит от плотности газа

21.Задание

Молярная теплоемкость свинца при $T = 10 \text{ К}$ по классической теории теплоемкости (в Дж/(моль К)):

- 1) 25
- 2) 5
- 3) 2,52

22.Задание

Внесите в строку слово

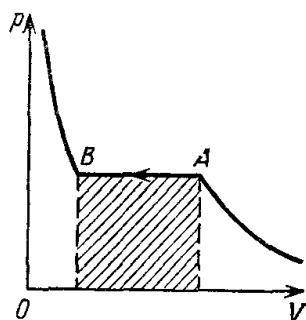
В цилиндре под поршнем находится жидкость и над нею ее насыщенный пар. Система термодинамически равновесна. Давление в системе определяется только ее ...

- 1) температурой
- 2) массой
- 3) объемом

23.Задание

Выберите несколько правильных ответов из списка

При переводе вещества из состояния А в состояние В (см. рисунок)



- 1) заштрихованная площадь равна работе, которую надо совершить над паром, чтобы путем изотермического сжатия при температуре ниже критической превратить его в жидкость
- 2) внутренняя энергия системы убывает
- 3) внутренняя энергия системы не изменяется

24.Задание

Выберите все правильные ответы

За один цикл рабочее тело некоторой тепловой машины потребляет теплоту Q_1 , производит работу A и отдает холодильнику за цикл количество теплоты Q_2 . КПД этой тепловой машины равен:

- 1) $1 - \frac{A}{Q_1}$

- 1) $1 - \frac{Q_2}{Q_1}$
 2) $\frac{A}{Q_1}$
 3) $\frac{A}{Q_1}$

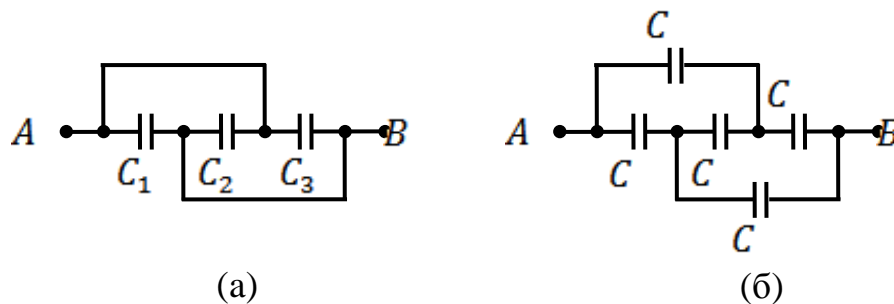
25. Задание

Сколько компонентов тонкой структуры имеет спектральная линия, обусловленная спонтанными электро-дипольными переходами между термами ($^4S - ^4P$):

- 1) 4
 2) 3
 3) 8

Задача 1. Зависимость модуля скорости от пройденного пути s определяется формулой $v(s) = v_0 - bs$, где $v_0, b - Const > 0$. Найти $s = s(t)$ - зависимость пути от времени.

Задача 2. Найти емкость системы конденсаторов между точками А и В, которая показана на рисунках

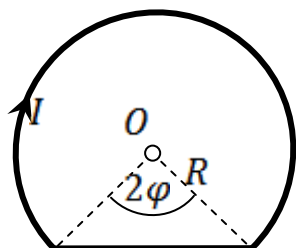


Задача 3. Идеальный газ с молярной массой M находится в очень высоком вертикальном цилиндрическом сосуде в однородном поле тяжести, для которого ускорение свободного падения равно g . Считая температуру газа всюду одинаковой и равной T , найти высоту, на которой находится центр тяжести газа.

Задача 4. Два моля идеального газа сначала изохорически охладили, а затем изобарически расширили так, что его температура стала равна первоначаль-

ной. Найти приращение энтропии газа, если давление изменилось в $n = 3$ раза.

Задача 5. Ток $I = 5.0 \text{ A}$ течет по тонкому замкнутому проводнику. Радиус изогнутой части проводника $R = 120 \text{ мм}$, угол $2\varphi = 90^\circ$. Найти магнитную индукцию в точке O



3. Список литературы

1. Матвеев А.Н. Механика и теория относительности. М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век», 2003. – 432 с.
2. Алешкевич В.А., Деденко Л.Г., Караваев В.А.. Механика. М.: АCADEMIA. 2004. - 480 с.
3. Хайкин С.Э.. Физические основы механики. СПб.: «Лань», 2008. - 768 с.
4. А.Н. Матвеев Молекулярная физика: учеб. пособие / А.Н. Матвеев. - Изд. 4-е, стер. - СПб. : Лань, 2010. - 364 с
5. Д. В. Сивухин. Общий курс физики. Т.1- III: Учеб. пособие.- М: Физматлит, 2004.-656 с
6. И. Е. Иродов Задачи по общей физике. М.: Лаборатория базовых знаний, 2002.
7. В.М. Гзогян, Ю.И. Польшгалов Ключевые вопросы молекулярной физики: Учебное пособие / Кемеровский государственный университет. Кемерово: Кузбассвузиздат, 2003.
8. Гзогян В.М., Польшгалов Ю.И., Зайцев Г.И., Альтшулер О.Г. Задачи по молекулярной физике. Часть 1. Учебное пособие. Кемерово, “Кузбассвузиздат”, 2007, 92 С.
9. Гзогян В.М., Польшгалов Ю.И., Зайцев Г.И., Анисимов А.С. Задачи по молекулярной физике. Часть 2. Учебное пособие. Кемерово, “Кузбассвузиздат”, 2008, 89 С.
10. А.Н. Матвеев. Электричество и магнетизм: учеб. пособие для студентов вузов.- М: ОНИКС 21 век: Мир и образование, 2005. – 464 стр.
11. Матвеев А.Н. Атомная физика. М.: Высшая школа, 2005.
12. Шпольский Э.В. Атомная физика, Том 1. - М.: Наука, 2010.
13. Шпольский Э.В. Атомная физика, Том 2. - М.: Наука, 2010.
14. Попов Ю.С. Физика атома и атомных явлений. Учебно-методическое пособие. Кемерово, КемГУ, 2010. 76с.
15. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц. М. Едиториал УРСС, 2002.
16. Мухин К.Н Экспериментальная ядерная физика. Том 1; Том 2; Т 3 Изд. «Лань» 2008.