

Министерство образования и науки Российской Федерации
Крымский федеральный университет имени В.И.Вернадского

«Утверждаю»

Проректор по учебной и методической
деятельности

_____ В.О. Курьянов

«__» _____ 2014 года

ПРОГРАММА
экзамена для поступления в магистратуру по специальности
16.04.01 «Техническая физика»

Симферополь 2014 г.

,АННОТАЦИЯ

Приём абитуриентов, которые имеют диплом бакалавра или диплом специалиста, для получения образовательно-квалификационного уровня магистра проводятся по результатам специального вступительного устного экзамена, который проводится в форме ответа на билет. Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса и практический вопрос. Из теоретических вопросов один относится к теоретической физике, второй – к профессионально-ориентированным дисциплинам («Физика твердого тела», «Колебания и волны», «Микро- и наномagnetизм», «Магнитный резонанс и релаксация», «Сенсорика», «Прикладная магнитооптика и оптоэлектроника», «Цифровая и микропроцессорная техника», «Схемотехника и САПР», «Основы сетевых технологий и компьютерной безопасности», «Физические основы записи информации»). Практический вопрос сформулирован в виде задачи по общей физике.

1. Пояснительная записка

1.1. Цель экзамена: проверка и оценка уровня знаний по общефизическим дисциплинам, теоретической физике, профессионально-ориентированным предметам.

1.2. Абитуриент должен знать:

- основные принципы и законы физики, а также их математическое выражение;
- основные явления физики, методы их наблюдения и экспериментального исследования, методы точного измерения физических величин, простейшие методы обработки и анализа результатов эксперимента, основные физические приборы;
- методы использования компьютерной техники для обработки результатов эксперимента.

1.3. Абитуриент должен уметь:

- правильно соотносить содержание конкретных задач с общими законами физики, эффективно применять общие законы для решения конкретных задач в области физики и на междисциплинарных границах физики с другими областями знаний;
- пользоваться основными физическими приборами, ставить и решать простейшие экспериментальные задачи, обрабатывать, анализировать и оценивать полученные результаты;
- строить математические модели простейших физических явлений и использовать для изучения этих моделей доступный ему математический аппарат, включая методы вычислительной математики;
- использовать при работе справочную и учебную литературу, находить другие необходимые источники информации и работать с ними.

2. Содержание программы

2.1. Вопросы по теоретической физике

Теоретическая механика

1. Законы сохранения энергии, импульса и момента импульса.
2. Внутренняя энергия и собственный момент импульса системы материальных точек.

Электродинамика

3. Уравнения Максвелла как обобщение опытных фактов.
4. Уравнение Максвелла для поля в веществе.
5. Закон сохранения энергии и импульса в электродинамике.
6. Выражение для энергии поля через потенциал и плотность заряда.
7. Энергия магнитного поля.
8. Математическая аналогия между электрическим полем поляризованного и магнитным полем намагниченного тела.

Квантовая механика

9. Квантовый осциллятор.
10. Собственные значения момента.
11. Атом водорода.

Термодинамика и статистическая физика

12. Квазистатические процессы. Теплоемкость.
13. Идеальный газ Бозе-Эйнштейна. Бозе-Эйнштейновская конденсация.
14. Идеальный газ Ферми.
15. Представление о фононах. Теория теплоемкости твердых тел.

2.2. Вопросы по профессионально-ориентированным дисциплинам

Физика твердого тела

1. Обменные взаимодействия – прямой обмен. Основные типы магнитных структур.
2. Точечные элементы симметрии кристаллов.

Колебания и волны

3. Линейные и нелинейные колебания в системах с одной, двумя и несколькими степенями свободы.
4. Параметрический резонанс.
5. Структура плоскополяризованной электромагнитной волны в материальной среде.

Микро- и наномagnetизм

6. Магнитная кристаллографическая анизотропия.
7. Магнитострикция.
8. Магнитный гистерезис. Физика магнитной восприимчивости.
9. Доменные границы. Тонкая структура доменных границ.
10. Типы доменных структур. Ширина полосовой доменной структуры.
11. Резонанс доменных границ. Эффективная масса, скорость и подвижность доменных границ.

Магнитный резонанс и релаксация

12. Ферромагнитный резонанс. Влияние формы образца и анизотропии.
13. Ширина линии ФМР. Механизмы уширения линии ФМР. Процессы ферромагнитной релаксации.
14. Спиновые волны. Дисперсионное соотношение.
15. Явление спинового эхо Хана.
16. Особенности ядерного магнитного резонанса в магнитоупорядоченных веществах.
17. Способы измерения ядерной магнитной релаксации в ЯМР.

Сенсорика

18. Классификация сенсоров по физическим принципам. Базовые физические законы.
19. Термосенсоры. Физические принципы и устройство.
20. Магнитные сенсоры. Примеры практического применения. Физика, материалы, устройство.
21. Пьезоэлектрические сенсоры. Физика, материалы, устройство.

22. Сенсоры давления, влажности, потока. Физические принципы, устройство и примеры практического применения.

Прикладная магнитооптика и оптоэлектроника

23. Эффекты Фарадея, Керра, Коттона-Мутона
24. Магнитооптический контраст и управляемые транспаранты
25. Физические основы работы приборов с зарядовой связью
26. Основное уравнение голографии. Принципы записи голограмм.
27. Технология оптической дисковой памяти. CD и DVD. Реверсивный диск.
28. Распространение излучения в цилиндрических оптических волноводах. Многомодовые и одномодовые волокна.
29. Свойства и элементы технологии производства оптических волокон.

Физические основы записи информации

30. Принципы магнитной записи информации. Феноменология записи в терминах гистерезиса.
31. Статическое поле головки записи. Линии равной напряженности компонент.
32. Индукционная головка воспроизведения и ее физические параметры. Понятие об амплитудно-частотных характеристиках.
33. Дисковый носитель (ЖМД): физическое форматирование.

Цифровая и микропроцессорная техника

34. Основные виды триггеров. RS-, D-, T-триггеры, схемотехника и применение.
35. Программная модель микропроцессора. Назначение внутренних регистров.
36. Аппаратная модель микропроцессора. Назначение выводов данного микропроцессора.

Схемотехника и САПР

37. Аналоговая схемотехника на базе операционных усилителей
38. Схемотехника операционных усилителей с линейными обратными связями (инвертирующий, неинвертирующий усилители, сумматор).
39. Схемотехника операционных усилителей с нелинейными обратными связями (логарифмическое и экспоненциальное преобразование сигнала).

40. Дифференциаторы. Интеграторы.
41. Основные палитры и интерфейс пользователя САПР, файловая организация разрабатываемых схем.

Основы сетевых технологий и компьютерной безопасности

42. Классификация устройств доступа к информации по техническим каналам
43. Защита информации в ЭВМ от несанкционированного доступа
44. Принципы работы компьютерной сети и основные проблемы ее построения.
45. Структура сетевой операционной системы.

2.3. Типовые задачи по общей физике

Механика

1. Радиус-вектор точки М относительно начала координат меняется со временем t по закону $\vec{r} = \alpha t \vec{i} + \beta t^2 \vec{j}$, где α, β - постоянные, \vec{i}, \vec{j} - орты осей X, Y . Найти: а) уравнение траектории $y(x)$; б) зависимости от времени векторов скорости \vec{v} и ускорения \vec{a} и модули этих величин; в) зависимость от времени угла φ между векторами скорости и ускорения.
2. Точка М движется по окружности радиуса R так, что ее линейная скорость меняется по закону $v_\tau = At$, где A - положительная постоянная. Вычислить угол φ между вектором скорости и вектором полного ускорения точки как функцию времени.
3. Самолёт делает мёртвую петлю радиусом R с постоянной скоростью V . Найти вес лётчика массы m в нижней, верхней и средней точках петли.
4. Локомотив массы m начинает двигаться со станции так, что его скорость меняется по закону $v = \alpha S^{1/2}$, где α - постоянная, S - пройденный путь. Найти суммарную работу всех сил, действующих на локомотив, за первые t секунд после начала движения.
5. Частица движется со скоростью v_1 в положительном направлении оси X . Такая же частица движется в отрицательном направлении оси Y со скоростью v_2 . Частицы испытывают абсолютно неупругий удар. С какой

скоростью и в каком направлении будет происходить совместное движение частиц после удара?

6. С какой скоростью v_0 следует бросить тело с поверхности Земли вертикально вверх, чтобы высота подъема была равна h ? Вращением Земли вокруг своей оси пренебречь. Учесть зависимость силы тяжести от высоты.
7. Вычислить момент инерции тонкого однородного стержня массы m и длины L относительно оси S , проходящей через конец стержня перпендикулярно к нему.
8. Блок в виде диска массы μ и радиуса R может вращаться без трения вокруг неподвижной горизонтальной оси S . На блок намотана невесомая и нерастяжимая нить, один ее конец закреплен на блоке, к другому прикреплен груз массы m . С каким ускорением будет опускаться груз?
9. Физический маятник в виде однородного стержня длины l совершает малые колебания вокруг горизонтальной оси, перпендикулярной к стержню и проходящей через его верхний конец. Найти период колебаний. Трения нет. Сравнить период колебаний стержня с периодом колебаний математического маятника длиной l .
10. Однородный цилиндр скатывается без проскальзывания с наклонной плоскости с углом наклона α . Найти ускорение оси цилиндра.

Термодинамика и молекулярная физика

1. Закрытую с обоих торцов горизонтальную трубку длины l перемещают с постоянным ускорением a , направленным вдоль её оси. Внутри трубки находится газ с молярной массой μ при температуре T . При каком значении ускорения a концентрация газа у торцов трубки будет отличаться в η раз, где $\eta > 1$?
2. Найти $\langle 1/V^2 \rangle$ -среднее значение квадрата обратной скорости молекул идеального газа при температуре T , если масса каждой молекулы равна m .

3. Идеальный газ в количестве ν молей совершает процесс, при котором $TV = \text{const}$. Найти работу газа при изменении его объема от V_1 до V_2 . Начальное давление P_1 .
4. Один моль идеального газа, теплоемкость которого при постоянном давлении равна C_p , совершает процесс по закону $P = P_0 + a/V$, где P_0 и a - положительные постоянные. Найти теплоемкость газа как функцию его объема V .
5. Найти уравнение процесса (в переменных T, V), при котором молярная теплоемкость идеального газа меняется по закону: $C = C_v + aT$, где a - постоянная.
6. Идеальный газ с показателем адиабаты γ совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух адиабат. В пределах цикла объем газа изменяется в n раз. Вычислить к.п.д. цикла.
7. Вычислить энтропию одного моля идеального газа, молярная теплоемкость которого при постоянном объеме равна C_v .
8. Во сколько раз следует увеличить изотермически объем идеального газа в количестве $\nu = 4$ моля, чтобы его энтропия испытала приращение $\Delta S = 23$ Дж/К?
9. Найти приращение энтропии тела массы m при его квазистатическом нагревании от температуры T_1 до T_2 , если в этом интервале температур удельная теплоемкость материала постоянна и равна C .
10. Найти работу, совершаемую одним молем Ван-Дер Ваальсовского газа, при изотермическом расширении его от объема V_1 до объема V_2 при температуре T . Постоянные Ван-дер-Ваальса для этого газа равны a и b .

Электричество и магнетизм

1. Бесконечная плоская пластина изготовлена из однородного намагниченного ферромагнетика, причем направление намагниченности параллельно плоскости пластины. Найти индукцию \mathbf{B} и поле \mathbf{H} внутри и вне пластины.
2. Найти напряженность \mathbf{E} электрического поля в области пересечения двух шаров, равномерно заряженных разноименными по знаку зарядами с

объемной плотностью ρ и $-\rho$, если расстояние между центрами шаров определяется вектором \mathbf{R} .

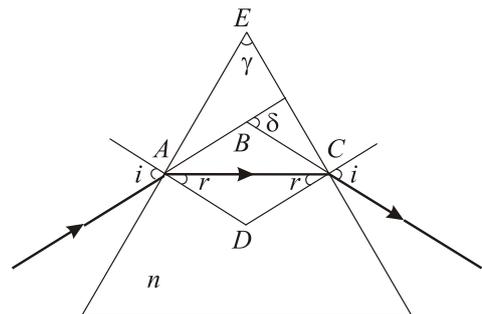
3. Пространство между обкладками плоского конденсатора, имеющими форму круглых дисков, заполнено однородной слабопроводящей средой с удельной проводимостью σ и диэлектрической проницаемостью ϵ . Пренебрегая краевыми эффектами, найти модуль вектора \mathbf{H} между обкладками на расстоянии r от их оси, если напряженность электрического поля между обкладками меняется во времени по закону: $E = E_m \cos \omega t$.
4. В длинном прямом соленоиде с радиусом сечения a и числом витков на единицу длины n изменяют ток с постоянной скоростью \dot{I} А/с. Найти модуль напряженности вихревого электрического поля как функцию расстояния r от оси соленоида.
5. Найти взаимную емкость системы из двух одинаковых металлических шариков радиуса a , расстояние между центрами которых b , $b \gg a$. Система находится в однородном диэлектрике с проницаемостью ϵ .
6. Два одинаковых металлических шарика радиуса a находятся в однородной слабопроводящей среде с удельным сопротивлением ρ . Найти сопротивление среды между шариками при условии, что расстояние между ними значительно больше их радиуса.
7. Показать, что на границе однородного диэлектрика с проводником поверхностная плотность связанных зарядов $\sigma' = -\sigma(\epsilon - 1)/\epsilon$, где ϵ - диэлектрическая проницаемость, σ - поверхностная плотность зарядов на проводнике.
8. Убедиться что распределение тока в параллельно соединенных сопротивлениях R_1, R_2 соответствует минимуму выделяемой на этом участке тепловой мощности.
9. Внутри длинного соленоида находится катушка из N витков с площадью поперечного сечения S . Катушку поворачивают с постоянной угловой скоростью ω вокруг оси, совпадающей с ее диаметром и перпендикулярной к оси соленоида. Найти ЭДС индукции в катушке, если индукция

магнитного поля в соленоиде меняется со временем как $B=B_0\sin\omega t$ и в момент $t=0$ ось катушки совпала с осью соленоида.

10. Имеется два неподвижных контура с взаимной индуктивностью L_{12} . В одном из контуров начали изменять ток по закону $I=at$, где a – постоянная, t – время. Найти закон изменения тока $I_2(t)$ в другом соленоиде, индуктивность которого L_2 и сопротивление R .

Оптика

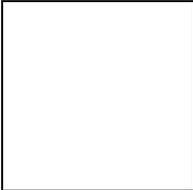
1. Линза с фокусным расстоянием $f = 16$ см дает резкое изображение предмета при двух положениях, расстояние между которыми $d = 60$ см. Найти расстояние от предмета до экрана L .
2. Плоско-выпуклая линза с радиусом кривизны $R = 30$ см и показателем преломления $n = 1,5$ дает изображение предмета с увеличением, равным $K = 2$. Найти расстояния предмета и изображения от линзы. Построить чертеж.
3. На высоте $h = 1$ м над центром круглого стола радиуса $R = 1$ м подвешен точечный источник, сила света которого I так зависит от направления, что освещенность всех точек стола оказывается равномерной. Найти вид функции $I(\theta)$ где θ - угол между направлением излучения и вертикалью, а также световой поток, падающий на стол, если $I(0) = I_0 = 100$ кд.
4. На лист белой бумаги размером 20×30 см нормально к поверхности падает световой поток $\Phi = 120$ лм. Найти освещенность E , светимость M и яркость L бумажного листа, если коэффициент рассеяния $\rho = 0,75$.
5. Лампа, подвешенная к потолку дает в горизонтальном направлении силу света $I = 60$ кд. Какой световой поток падает на картину площадью $S = 0,5$ м², висящую вертикально на стен в $l = 2$ м от лампы, если на противоположной стене находится большое зеркало на расстоянии $d = 2$ м от лампы?



6. Монохроматический луч падает на боковую поверхность равнобедренной призмы и после преломления идет в призме параллельно ее основанию. Выйдя из призмы, он оказывается отклоненным на угол δ от своего первоначального направления. Найти в этом случае связь между преломляющим углом призмы γ , отклонением луча δ и показателем преломления n для этого луча.
7. Найти уравнение отражающей поверхности, для которой параллельный пучок света собирается после отражения в одной точке F на расстоянии f от вершины O .
8. Пучок естественного света падает на систему из $N=6$ поляризаторов, плоскость пропускания каждого из которых плоскость пропускания каждого из которых повернута на угол $\varphi = 30^\circ$ относительно плоскости пропускания предыдущего поляризатора. Какая часть светового потока проходит через эту систему?
9. Естественный свет падает под углом Брюстера на поверхность стекла. Определить с помощью формул Френеля:
 - а) коэффициент отражения;
 - б) степень поляризации преломленного света.
10. На пути частично поляризованного света поместили поляризатор. При повороте поляризатора обнаружили, что наименьшая интенсивность света I_0 . Если же перед поляризатором поместить пластинку $\lambda/4$, оптическая ось которой под углом $\alpha=45^\circ$ к плоскости пропускания поляризатора, то интенсивность света за поляризатором равна ηI_0 , $\eta=2$. Найти степень поляризации падающего света.

Атомная и ядерная физика

1. Какие из термов $^1S_0, ^2P_1, ^3P_3, ^8F_{13/2}$ написаны неверно?
2. Определить кинетическую, потенциальную и полную энергии движения электрона по второй боровской орбите в атоме водорода.
3. Определить возможные значения J для термов: а) 1S_J ; б) 4D_J .

4. В спектре испускания атомарного водорода известны длины волн двух линий серии Бальмера: 410,2 и 486,1 нм. К какой серии принадлежит спектральная линия, волновое число которой равно разности волновых чисел этих линий? Какова ее длина волны?
5. Начиная с какого элемента в рентгеновских спектрах появляется L-серия?
6. Сколько линий испускает атом водорода, если он возбужден на 5-ый энергетический уровень?
7. Определить энергию связи для иона Be^{+++} в основном состоянии.
8. Используя правило Хунда, найти термы возможных состояний и терм основного состояния атома, незаполненная подоболчка которого содержит пять p-электронов?
9. Движение частицы описывается волновой функцией $\psi = A \sin^2(\pi x/l)$. Чему равен коэффициент A при $0 \leq x \leq l$?
10. Сколько энергии необходимо затратить для того, чтобы разделить ядро  на две α - частицы и нейтрон? Энергия связи, приходящаяся на один нуклон в ядре бериллия равна 6,45 МэВ, а в ядре гелия 7,06 МэВ.
11. Найти активность препарата ^{32}P через 10 дней после изготовления, если начальная активность 100 мКи. ($T_{1/2} = 15$ сут.).

3. Литература

1. Пономаренко В.И., Ильин Ю.М. Курс общей физики. В 2-х томах, Киев, 1997.
2. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М.: Наука, 1988.
3. Сивухин Д.В. Курс общей физики в 4 т. - М.:Наука, 1986.
4. Волькенштейн В.С. Задачи по общему курсу физики. М.: Наука, 1979.
5. Иродов И.Е. Сб. задач по атомной и ядерной физике. Изд.7. М.: Энергоатомиздат, 1984.
6. Шпольский Э.В. Атомная физика. Учеб. пособие. М.: Наука, 1982, 2 т.
7. ЯМР в магнитоупорядоченных веществах. М.И. Куркин, Е.А. Туров. М.: Наука, 1990.
8. Звездин А. К., Котов В.А.. Магнитооптика тонких пленок. М.: Наука,1988. -190 с.
9. Дрокин А.И. Магнетоника: в 2 частях. Симферополь, СГУ,1992.
10. Датчики. Пер. с нем. Г. Виглеб. М.: Мир, 1989. - 196 с.
11. Новые физические принципы оптической обработки информации” под ред. С.Л.Ахманова. М.:Наука, 1990.
12. Гуревич А.Г., Мелков Г.А.. Магнитные колебания и волны. М.: Физ.-мат. лит., 1994
13. Боков В.А. Физика магнетиков: Учеб. пособие для вузов / ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН. - СПб.: Невский Диалект; БХВ-Петербург, 2002. – 272 с.: ил. – (Прикладная физика твердого тела).
14. Карпенков С.Х.. Тонкопленочные накопители информации. М.: Радио и связь, 1993.– 503 с.: ил.
15. Кринчик Г.С.. Физика магнитных явлений. МГУ, 1985. - 334 с.
16. Крупичка С. Физика феритов и родственных окислов. В 2-х т. Пер. с англ. – М.: Мир, 1976 г.
17. Шило В.Л. Популярные цифровые микросхемы: Справочник. – 2-е изд. – М.: Радио и связь, 1989. – 352 с.: ил.

18. Цифровые интегральные микросхемы: Справочник. / М.И.Богданович, И.Н.Грель, В.А.Прохоренко, В.В. Шалимо. – Мн.: Беларусь, 1991. – 493 с.: ил.
19. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. Электроника: Изд. 2-е; учеб. пособие для ВУЗов. М.: Высшая школа, 1991. – 622 с.
20. Операционные усилители: справочник. – М.: Патриот, 1996. – 192 с.
21. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: В 2-х т. Пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 598 с.

4. Критерии оценивания.

Оценка 90 - 100 баллов выставляется, когда абитуриент демонстрирует глубокие знания общих законов физики, правильно применяет законы физики для решения конкретных задач, даёт исчерпывающие объяснения, свободно владеет необходимым математическим аппаратом, грамотно и подробно проводит выкладки и вычисления.

Оценка 74 – 89 баллов выставляется, когда абитуриент демонстрирует глубокие знания общих законов физики, правильно применяет законы физики для решения конкретных задач, даёт исчерпывающие объяснения, владеет необходимым математическим аппаратом, грамотно и подробно проводит выкладки и вычисления, но при этом допускает неточности в определениях, объяснениях и вычислениях.

Оценка 60-73 балла выставляется, когда абитуриент демонстрирует достаточные знания общих законов физики, правильно применяет законы физики для решения конкретных задач, даёт исчерпывающие объяснения, владеет необходимым математическим аппаратом, но при этом допускает ошибки в определениях, объяснениях и вычислениях.

Оценка 0-59 баллов выставляется, когда абитуриент не может решить предложенную задачу или разъяснить теоретический вопрос, а также, если допускает грубые ошибки теоретического и практического характера.

Примечание. Задача считается решённой правильно, если выполняются следующие условия: верен общий ход решения, получен правильный числовой ответ, дано исчерпывающее объяснение. При невыполнении хотя бы одного из этих условий задача считается нерешённой.