

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Бурятский государственный университет»



«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель председателя
Приёмной комиссии

 О.Д. Базаров

28 сентября 2017 г.

ПРОГРАММА
вступительных испытаний в магистратуру
в форме компьютерного тестирования
по направлению подготовки 03.04.02 Физика

Образовательная программа
«Физика конденсированного состояния»

Улан-Удэ, 2017

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Примерный перечень вопросов

1. Представление Ньютона о свойствах пространства и времени. Система отсчета в механике Ньютона. Эталоны длины и времени. Относительность движения.
2. Гармонические колебания. Амплитуда. Частота. Фаза колебаний. Смещение, скорость, ускорение при гармоническом колебательном движении. Связь колебательного и вращательного движения. Векторная диаграмма.
3. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Понятие о силе. Принцип независимого действия силы. Силы в природе. Фундаментальные взаимодействия.
4. Второй закон Ньютона. Масса и ее измерение, аддитивность массы. Импульс. Принцип относительности Галилея. Третий закон Ньютона. Границы применимости Ньютона.
5. Момент импульса материальной точки. Момент силы, момент инерции. Сохранение момента импульса материальной точки при движении в центральном поле сил.
6. Работа силы, мощность, кинетическая энергия. Потенциальная и непотенциальная силы. Потенциальная энергия. Связь силы с потенциальной энергией. Сохранение полной энергии материальной точки.
7. Связь законов сохранения со свойствами симметрии пространства и времени. Роль законов сохранения в физике.
8. Упругие и квазиупругие силы. Дифференциальное уравнение свободных колебаний осциллятора. Период собственных колебаний.
9. Распространение колебаний в упругой среде. Уравнение плоской бегущей волны. Поток энергии.
10. Движение планет. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения.
11. Постулаты Эйнштейна. Система отсчета в специальной теории относительности. Относительность одновременности в СТО. Преобразования Лоренца и следствия из них.
12. Релятивистский закон сложения скоростей. Релятивистский импульс. Второй закон Ньютона в СТО. Связь массы и энергии. Полная энергия в СТО.
13. Основные представления молекулярно-кинетической теории газов. Идеальный газ. Основные уравнения кинетической теории газов. Уравнения Менделеева-Клапейрона.
14. Распределение молекул по скоростям. Опыт Штерна. Распределение Максвелла-Больцмана. Число Авогадро.
15. Термодинамическая система и параметры состояния. Внутренняя энергия. Работа и теплота. Первый закон термодинамики.

16. Обратимые и необратимые процессы. Тепловые машины. Цикл Карно. Теоремы Карно. Второе начало термодинамики. Закон возрастания энтропии. Статистическое толкование энтропии.
17. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Теоретическая и экспериментальная изотермы реального газа. Критическое состояние. Внутренняя энергия реального газа.
18. Классическая и пластическая теория Дебая. Закон Дюлонга-Пти. Затруднение классической теории теплоёмкостей газов и твёрдых тел, их разрешение в квантовой теории.
19. Каноническое распределение Гиббса, применение его для решения задач статистической физики.
20. Электронный газ в металлах. Энергия Ферми. Вырождение.
21. Третье начало термодинамики, его статистическое обоснование. Понятие об отрицательных температурах.
22. Поток вектора напряжённости электрического поля. Теорема Остроградского-Гаусса. Работа сил электрического поля. Потенциал. Потенциальный характер электростатического поля. Связь потенциала и напряжённости поля. Циркуляция вектора напряжённости.
23. Энергия отдельного заряда, системы зарядов, заряженного проводника, конденсатора.
24. Электрический ток. Закон Ома для участка цепи. Сопротивление проводника. Дифференциальная форма закона Ома. Сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для участка цепи, содержащий источник ЭДС.
25. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца и его дифференциальная форма. Правила Кирхгоффа.
26. Проводники, диэлектрики и полупроводники. Электропроводность материалов. Классическая теория. Природа тока в металлах.
27. Работа выхода электронов из металла. Термоэлектронная эмиссия. Ток в вакууме. Электронные лампы. Контактная разность потенциалов. Закон Вольты. Полупроводниковые диоды и триоды.
28. Электролитическая диссоциация. Электролиты. Подвижность ионов. Закон Ома для электролитов. Законы Фарадея. Гальванические элементы.
29. Магнитное поле. Индукция и напряжённость магнитного поля. Магнитный поток. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого, кругового токов. Соленоид. Циркуляция вектора напряжённости магнитного поля. Закон полного тока.
30. Сила Лоренца. Определение удельного заряда электрона. Магнитогидродинамический генератор.
31. Сила Ампера. Энергия магнитного поля токов. Энергия и плотность. Энергия магнитного поля.
32. Магнетики. Поле в магнетиках. Намагниченность. Связь индукции и напряженности поля в магнетиках. Магнитная восприимчивость и проницаемость. Диа-пара и ферромагнетики. Магнитный гистерезис.
33. Получение переменной ЭДС. Квазистационарный ток. Действующее и среднее значение переменного тока. Закон Ома для переменного тока. Работа и мощность переменного тока.

34. Опыты Фардея. Закон электромагнитной индукции и правило Ленца. Вихревые токи. Спин-эффект. Самоиндукция и взаимоиנדукция. Индуктивность проводника.
35. Работа и мощность переменного тока. Передача электроэнергии на расстояние. Трансформатор.
36. Дифференциальные уравнения собственных колебаний колебательного контура. Формула Томсона. Дифференциальные уравнения затухающих и вынужденных колебаний в контуре. Резонанс.
37. Вихревое электрическое поле. Токи смещения. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.
38. Плоские электромагнитные волны в вакууме, скорость их распространения. Опыты Герца. Плотность энергии электромагнитных волн.
39. Интерференция света. Когерентность. Методы осуществления когерентности. Интерференция в тонких плёнках, интерферометры. Просветлённая оптика.
40. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Законы Френеля. Дифракция Френеля. Объяснение прямолинейности распространения света по волновой теории.
41. Дифракция Фраунгофера на одной, двух щелях. Дифракционная решётка. Угловая и линейная дисперсия. Разрешающая способность дифракционной решётки.
42. Поляризация света. Методы получения линейно-поляризованого света. Закон Малюса. Угол Брюстера. Двойное лучепреломление. Использование принципа Гюйгенса в двойном лучепреломлении. Искусственная анизотропия.
43. Эллиптическая и круговая поляризация света. Интерференция поляризованных волн. Явление дихроизма. Призма Николя.
44. Принцип Ферми. Законы отражения, преломления света. Зеркала, призмы. Тонкие линзы. Оптическая сила линзы. Абберация, Волоконная оптика.
45. Оптические приборы - лупа, микроскоп, телескоп, фотоаппарат, проекционные аппараты. Глаз как оптическая система. Построение изображения в линзах, зеркалах.
46. Рентгеновские излучения. Линейчатые и сплошные рентгеновские спектры. Эффект Комптона.
47. Тепловое излучение черного тела. Закон Кирхгофа – его следствия. Абсолютно чёрное тело. Законы Вина и Стефана-Больцмана, их статистическое толкование.
48. Формула Релея – Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Квантования энергий излучения гипотеза / Планка /. Формула Планка.
49. Фотоэффект. Фотоны. Уравнение Эйнштейна. Фотоэлемент, фотоумножитель, электронно-оптический преобразователь. Давление света.
50. Дифракция электронов. Волны де Бройля. Соотношение неопределённостей Гейзенберга. Волновая функция. Принцип суперпозиции в квантовой механике. Уравнение Шредингера.

51. Простейшие задачи квантовой механики. Квантование энергии частицы в потенциальной яме, линейного гармонического осциллятора. Туннельный эффект. Нулевая энергия и нулевые колебания.
52. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Атом водорода по Бору. Трудности классической электродинамики. Квантово-механическая интерпретация постулатов Бора. Принцип соответствия.
53. Опыты Френка и Герца, Штерна и Герлаха. Квантование энергии момента импульса и проекции момента импульса электрона. Спин.
54. Квантовые числа в атоме. Принцип Паули. Система элементов Менделеева. Характеристические спектры рентгеновских лучей. Атомные и молекулярные спектры.
55. Спонтанные и вынужденные излучения. Лазеры и их применения. Комбинационное рассеяние света.
56. Экспериментальные методы ядерной физики. Счётчики частиц, трековые камеры фотоэмульсии, масс-спектрометры. Ускорители заряженных частиц.
57. Протоны и нейтроны. Заряд и массовое число ядра. Изотопы и изобары. Ядерные силы. Энергия связи ядра. Оболочечная и капельная модели ядра.
58. Ядерные реакции. Деление ядер. Цепная реакция. Ядерные реакторы. Ядерная энергетика.
59. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Теория последовательных превращений. Альфа-распад, бета-распад, правило смещения, радиоактивные семейства.
60. Реакция термоядерного синтеза. Условия их осуществления. Управляемый термоядерный синтез.
61. Классификация элементарных частиц и их характеристики.
62. Восьмеричный формализм, унитарная симметрия. Модель кварков.
63. Фундаментальные взаимодействия. Переносчики фундаментальных взаимодействий и их характеристики.

ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ

1. Движение тела описывается уравнением: $x = -t^2 + 4t + 3$ (м). Скорость тела в конце четвёртой секунды равна:
 - 1) 0 м/с
 - 2) 4 м/с
 - 3) -1 м/с
 - 4) — 4 м/с
 - 5) 3 м/с
2. Зависимость координаты тела от времени задана уравнением $x = 3 + t^2 - 4t$. Координата тела в момент остановки равна
 - 1) 1 м
 - 2) - 1 м
 - 3) 2 м
 - 4) - 2 м
 - 5) 3 м
3. Пловец переплывает реку шириной 100 м со скоростью 0,5 м/с относительно воды. Если скорость пловца направлена под углом 30 градусов к течению, то противоположного берега он достигнет за время, равное:
 - 1) 100 с
 - 2) 300 с
 - 3) 200 с
 - 4) 400 с
 - 5) 500 с
4. Тело брошено с начальной скоростью V_0 , под углом α к горизонту. Максимальная высота подъёма тела равна:

1) $\frac{V_0 \sin \alpha}{2g}$

2) $\frac{V_0^2 \sin \alpha}{2g}$

3) $\frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

4) $\frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$

5) $\frac{V_0^2 \sin \alpha}{g}$

5. Какую скорость должен иметь вагон, движущийся по закруглению радиуса 100м, чтобы шар, подвешенный на нити к потолку вагона, отклонился от вертикали на угол 45° ?

- 1) 12,2 м/с 2) 24,8 м/с 3) 31,6 м/с 4) 42,1 м/с 5) 48,8 м/с

6. Тело массы 10кг движется по горизонтальной плоскости под действием силы, равной 50 Н, направленной под углом 30° к горизонту. Если коэффициент трения скольжения между телом и плоскостью равен 0,1, то сила трения, действующая на тело, равна:

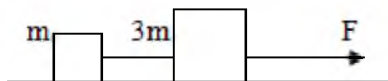
- 1) 5 Н 2) 7,5 Н 3) 10 Н 4) 15 Н 5) 20 Н

7. Модуль ускорения, с которым брусок скользит вниз по наклонной плоскости с углом наклона к горизонту 30° при коэффициенте трения 0,2, равен:

- 1) $1,1 \text{ м/с}^2$ 2) $2,2 \text{ м/с}^2$ 3) $3,3 \text{ м/с}^2$ 4) $4,4 \text{ м/с}^2$ 5) $5,5 \text{ м/с}^2$

8. Отношение силы натяжения нити в верхней и нижней точках траектории при равномерном вращении груза на нити длиной 80см в вертикальной плоскости со скоростью 4м/с равно:

- 1) 0,5 2) 1 3) 2 4) 3 5) 4



9. Два тела массами m и $3m$, соединённых невесомой нерастяжимой нитью, движутся с ускорением a под действием силы F , приложенной к телу массой $3m$. Сила натяжения нити равна:

- 1) F 2) $F/2$ 3) $F/3$ 4) $F/4$ 5) $3F/4$.

10. Если материальная точка массы $m = 1 \text{ кг}$, двигаясь равномерно, описывает четверть окружности радиуса $R = 1,2 \text{ м}$ за 2 секунды, то модуль изменения импульса точки за это время равен:

- 1) $0,0 \text{ кг м/с}$ 2) $1,3 \text{ кг м/с}$ 3) $2,5 \text{ кг м/с}$ 4) $3,0 \text{ кг м/с}$ 5) 10 кг м/с .

11. Снаряд, вылетающий из орудия, разрывается на 2 осколка в верхней точке своей траектории. Один из осколков свободно падает вертикально вниз, а другой улетает от места стрельбы на расстояние в четыре раза большее, чем расстояние от места стрельбы до места разрыва по горизонтали. Какая часть снаряда по массе упала вертикально вниз?

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

12. Чему равен КПД наклонной плоскости длиной 5м и высотой 3м, если для равномерного подъёма тела массой 1кг следует приложить силу 10 Н вдоль плоскости?

- 1) 30% 2) 50% 3) 40% 4) 60% 5) 70%

13. Пуля массой m , летящая со скоростью v , попадает в деревянный шар массой M , подвешенный на нити, и застревает в нём. На какую высоту откатнётся шар с пулей после взаимодействия?

- 1) $\frac{m^2 v^2}{g(m+M)}$ 2) $\frac{m^2 v^2}{4g(m+M)^2}$ 3) $\frac{m^2 v^2}{g(m+M)^2}$ 4) $\frac{2m^2 v^2}{g(m+M)}$ 5) $\frac{m^2 v^2}{2g(m+M)^2}$

14. Если концентрация молекул кислорода ($\mu = 0,032\text{кг/моль}$) в сосуде вместимостью 5л равна $9,41 \cdot 10^{23}\text{м}^{-3}$, то масса газа в сосуде равна:

- 1) 0,25г 2) 0,36г 3) 0,82г 4) 1,25г 5) 2,16г

15. Когда из сосуда выпустили некоторое количество газа, давление в нём упало на 40%, а абсолютная температура – на 20%. Какая часть газа осталась в сосуде?

- 1) 0,85 2) 0,75 3) 0,65 4) 0,50 5) 0,25

16. Какое количество вещества содержится в алюминиевой ложке массы 27г? Относительная атомная масса алюминия равна 27.

- 1) 1 моль 2) 2,5 моль 3) 5 моль 4) 10 моль 5) 25 моль

17. Газ, совершающий цикл Карно, за счёт каждых 2 кДж энергии, полученной от нагревателя, производит работу 600 Дж. Во сколько раз абсолютная температура нагревателя больше абсолютной температуры холодильника?

- 1) 1,3 2) 1,4 3) 1,5 4) 1,6 5) 1,7

18. Какое количество получил одноатомный идеальный газ при изобарическом нагревании, если его внутренняя энергия увеличилась на 150 Дж?

- 1) 150 Дж 2) 200 Дж 3) 250 Дж 4) 300 Дж 5) 350 Дж

19. Реактивный самолёт летит со скоростью 1800км/ч и развивает силу тяги 88 кН. КПД его двигателя 20%. Определите массу керосина, израсходованного за 1ч полёта самолёта. Удельная теплота сгорания керосина равна 44 МДж/кг.

- 1) 20т 2) 18т 3) 16т 4) 14т 5) 12т

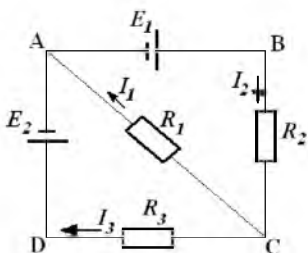
20. Сопротивление спирали нагревателя 20 Ом. За 5мин нагреватель испаряет 100г воды при температуре кипения. Удельная теплота парообразования воды 2,3 МДж/кг. КПД нагревателя 60%. Сила тока, текущего через спираль нагревателя, равна:

- 1) 4А 2) 6А 3) 8А 4) 10А 5) 12А

21. Два маленьких одинаковых металлических шарика заряжены положительным зарядом $5q$ и отрицательным зарядом $-q$ и находятся на некотором расстоянии друг от друга в вакууме. Шарики привели в соприкосновение и развели на прежнее расстояние, поместив их в жидкий диэлектрик с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Как изменился модуль силы взаимодействия шариков?

- 1) увеличился в 3 раза 2) увеличился в 2,5 раза 3) не изменился
4) уменьшился в 2,5 раза 5) уменьшился в 3 раза.

22. На рисунке представлена схема электрической цепи, включающая два идеальных источника тока с ЭДС E_1 и E_2 и три резистора сопротивлениями R_1 , R_2 и R_3 . Направления токов в ветвях показаны стрелками. Направление обхода контуров – по часовой стрелке. Для контура ABCA уравнение по второму правилу Кирхгофа имеет вид...



$E_1 = I_1 R_1 + I_2 R_2$	$-E_1 = I_1 R_1 + I_2 R_2$	$-E_1 = I_1 R_1 - I_2 R_2$	$E_1 = -I_1 R_1 - I_2 R_2$
---------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

23. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля имеет вид:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \left(\vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \right) d\vec{S}$$

$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = \int_{(V)} \rho dV$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

24. Следующая система уравнений:

$$\oint_{(L)} \vec{E} d\vec{l} = - \int_{(S)} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} d\vec{S}$$

$$\oint_{(L)} \vec{H} d\vec{l} = \int_{(S)} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} d\vec{S}$$

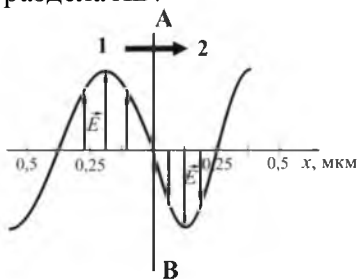
$$\oint_{(S)} \vec{D} d\vec{S} = 0$$

$$\oint_{(S)} \vec{B} d\vec{S} = 0$$

справедлива для переменного электромагнитного поля ...

в отсутствие заряженных тел и токов проводимости	при наличии заряженных тел и токов проводимости	при наличии токов проводимости и в отсутствие заряженных тел	при наличии заряженных тел и в отсутствие токов проводимости
--	---	--	--

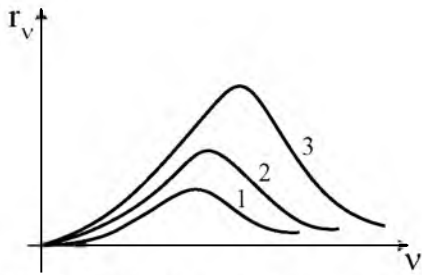
24. На рисунке представлена мгновенная фотография электрической составляющей электромагнитной волны, переходящей из среды 1 в среду 2 перпендикулярно границе раздела AB .



Относительный показатель преломления среды 2 относительно среды 1 равен ...

1,5	1	0,67	1,75
-----	---	------	------

25. На рисунке представлены графики зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от частоты при различных температурах.



Наибольшей температуре соответствует график...

3	1	2
---	---	---

26. Де Бройль обобщил соотношение $p = \frac{h}{\lambda}$ для фотона на любые волновые процессы, связанные с частицами, импульс которых равен p . Тогда, если скорость частиц одинакова, то наименьшей длиной волны обладают...

α -частицы	протоны	нейтроны	электроны
-------------------	---------	----------	-----------

27. Неизвестный радиоактивный химический элемент самопроизвольно распадается по схеме: $X \rightarrow {}_{36}^{91}\text{Kr} + {}_{56}^{142}\text{Ba} + 3n$. Ядро этого элемента содержит...

92 протона и 144 нейтрона	94 протона и 144 нейтрона	92 протона и 142 нейтрона	94 протона и 142 нейтрона
---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Д.В.Сивухин. Общий курс физики. В 5 томах
2. А.Н.Матвеев. Курс физики. В 4 томах
3. И.В.Савельев. Курс физики. В 3 томах
4. И.Е.Иродов. Основные законы... В 5 томах
5. И.Е.Иродов. Задачи по общей физике.
6. Чертов, Воробьев. Задачник по физике

Дополнительная:

7. Берклеевский курс физики. В 5 томах
8. Фейнман, Лейтон, Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. В 9 томах.
9. Астахов А.В., Широков Ю.М. Курс физики. В 3 томах .
10. Орир Дж. Физика. (МУ)
11. Сборник задач по общему курсу физики. Под ред. В.А.Овчинкина. В 3 томах
12. А.С.Жукарев, А.Н.Матвеев, В.К.Петерсон. Задачи повышенной сложности в курсе общей физики
13. Дж. Кронин, Д.Гринберг, В.Телегди. Сборник задач по физике с решениями.
14. С.П.Стрелков, Д.В.Сивухин, В.А.Угаров, И.А.Яковлев. Сборник задач по общему курсу физики. В 4 томах.
15. И.В.Савельев. Сборник вопросов и задач по общей физике.
16. Лабораторный практикум по физике. Под ред. А.Д.Гладуна. В 3 томах.
17. Общая физика. Руководство по лабораторному практикуму. Под ред. И.Б.Крынецкого и Б.А.Струкова.
18. Е.В.Фирганг. Руководство к решению задач по курсу общей физики.

Руководитель магистерской программы

Д.С. Сандитов,
д ф.-м.н., профессор.