МЧС РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Уральский институт Государственной противопожарной службы
Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны,
чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

ФИЗИКА

Методические материалы для подготовки к зачёту и экзаменам

Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность

Екатеринбург
2022 г.

Физика [Электронный ресурс]: методические материалы для подготовки к зачёту и экзаменам обучающихся по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность. – Екатеринбург: ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – 44 с.

Составитель:
Курочкин А.Р., к.ф.-м.н., старший преподаватель кафедры физики и теплообмена Уральского института ГПС МЧС России.

Данные методические материалы для подготовки к зачёту и экзаменам по дисциплине «Физика» предназначены для обучающихся по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность. В работе описываются порядок проведения экзамена и зачёта. Приводится перечень вопросов и задач по дисциплине, которые используются при составлении билетов для зачёта и экзаменов, представлены примеры ответов на экзаменационные билеты и список литературы, необходимый для подготовки к экзамену.

Методические материалы рассмотрены и одобрены на заседании методической секции кафедры физико-технических основ безопасности (протокол №3 от 3 ноября 2022г.)

© Уральский институт ГПС МЧС России, 2022
© Кафедра физико-технических основ безопасности, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение……... 4
1. Система контроля знаний по дисциплине…… 5
2. Порядок проведения экзамена (зачёта)…… 6
3. Перечень вопросов для самостоятельной подготовки к зачёту и экзаменам……. 7
4. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины……. 25
5. Рекомендации по подготовке к зачёту и экзаменам…… 28
6. Примеры ответов на экзаменационные билеты…….…….. 31

ВВЕДЕНИЕ

Целью преподавания дисциплины «Физика» является подготовка будущих специалистов, владеющих умениями проводить наблюдения и объяснять явления природы, описывать и обобщать результаты наблюдений, использовать измерительные приборы для изучения физических свойств вещества, навыками и принципами работы с техническими устройствами, решения физических задач, самостоятельного поиска и использования научно-популярной информации, и тем самым заложить фундамент для освоения специальных дисциплин, изучая которые, обучающиеся будут способны решить задачи по обеспечению пожарной безопасности.

Структура курса предполагает, что по окончании его изучения, обучающиеся должны получить представление об основных физических законах, методах выполнения физического эксперимента, измерении разных физических величин, оценки погрешности и интерпретации полученных результатов измерений при решении задач обеспечения пожарной безопасности.

Организационными формами изучения курса являются лекции, практические и лабораторные занятия, самостоятельная проработка материала, рекомендуемого преподавателем, а также индивидуальная работа преподавателей с обучающимися.

При подготовке к сдаче экзамена по дисциплине «Физика» важная роль принадлежит умению обучающихся эффективно организовать самостоятельную работу, в ходе которой дорабатываются вопросы, рассмотренные на лекциях, происходит ознакомление с литературой, указанной в методических рекомендациях. Данные методические материалы составлены для подготовки к зачёту и экзаменам и содержат конкретные методические указания, направленные на организацию самостоятельной работы на завершающем этапе изучения разделов и дисциплины в целом.

1. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Дисциплина «Физика» изучается на первом и втором курсе – три семестра. По окончании первого семестра изучения дисциплины предусмотрен зачёт, по окончании второго и третьего – экзамен. Зачёт и экзамен являются итоговым контролем и имеют цель проверить учебную работу обучающихся, уровень полученных ими знаний, и умение применять их при решении профессиональных практических задач.

Допуск обучающихся к итоговой семестровой аттестации осуществляется по итогам его текущей работы в семестре. Основными видами текущего контроля являются: выполнение контрольных аудиторных работ, защита и сдача отчетов по лабораторным работам, работа на практических занятиях, наличие полного конспекта лекций.

2. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА (ЗАЧЁТА)

За 10 минут до начала экзамена (зачёта) дежурный по предмету раздаёт средства материального обеспечения, разрешенные для использования на экзамене. Экзамен проводится в течение 6 учебных часов (3 пары), зачет – 4 учебных часа (2 пары).

В начале экзамена (зачёта) преподаватель кратко напоминает порядок сдачи экзамена (зачёта), правила поведения обучающихся, объявляет фамилии учащихся, освобождённых, либо не допущенных до экзамена (зачёта).

Во время проведения экзамена, первые 8-10 обучающихся по одному заходят в аудиторию, докладывают о прибытии, предъявляют зачетную книжку, берут билет и бумагу для выполнения задания, называют номер билета и приступают к выполнению. На подготовку к ответу по билету отводится 40 минут. После ответа, и выставления оценки в ведомость и зачётную книжку, обучающийся выходит из аудитории. Далее заходит следующий человек, и т.д.

Во время проведения зачёта, все обучающиеся по одному заходят в аудиторию, докладывают о прибытии, предъявляют зачетную книжку, берут билет и бумагу для выполнения задания, называют номер билета и приступают к выполнению. На подготовку к ответу по билету отводится 40 минут. После ответа, и выставления оценки в ведомость и зачётную книжку, экзаменуемые выходят из аудитории.

Учащемуся на экзамене (зачёте) разрешается брать лишь один билет и пользоваться только теми информационно-справочными материалами, которые представлены в Перечне. Использовать учебники, задачники или планшеты (смартфоны) запрещается. В случае нарушения установленных правил сдачи экзамена (зачёта) обучающийся удаляется с экзамена (зачёта) и ему выставляется неудовлетворительная оценка.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЁТУ И ЭКЗАМЕНАМ

3.1.1 Теоретические вопросы для подготовки к зачету в I семестре

1. Механическое движение. Траектория, путь, перемещение.
2. Скорость (средняя, мгновенная). Ускорение (среднее, мгновенное). Угловая скорость, угловое ускорение
3. Границы применимости классической механики. Понятие о специальной теории относительности.
4. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета.
5. Масса и импульс материальной точки. Второй и третий законы Ньютона.
6. Силы трения, упругие силы. Сила тяжести, вес.
7. Практическое применение законов Ньютона.
8. Масса и импульс материальной точки. Закон сохранения и изменения импульса материальной точки.
9. Импульс системы материальных точек. Закон сохранения и изменения импульса системы материальных точек.
10. Силы, действующие на изогнутый рукав при подаче воды.
11. Силовое воздействие струи воды на неподвижную преграду.
12. Кинетическая энергия материальной точки. Работа. Консервативные и неконсервативные силы.
13. Потенциальная энергия во внешнем поле сил. Потенциальная энергия взаимодействия. Закон сохранения механической энергии.
14. Кинетическая энергия вращающегося тела. Момент инерции.
15. Основное уравнение динамики вращательного движения твердых тел.
16. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса.
17. Масса и размер молекул. Закон Авогадро.

18. Состояние системы. Термодинамические параметры состояния системы. Процесс.
19. Работа, совершаемая газом при изменении объема. Температура.
20. Уравнение состояния идеального газа.
21. Экспериментальная проверка закона распределения Максвелла. Распределение Максвелла. Средняя, среднеквадратичная и наивероятнейшая скорости молекул.
22. Барометрическая формула. Средняя длина свободного пробега молекул. Вакуум.
23. Диффузия в газах. Теплопроводность газов. Вязкость газов.
24. Внутренняя энергия идеального газа.
25. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики для анализа изопроцессов.
26. Теплоемкость идеального газа. Адиабатный и политропный процессы.
27. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. КПД тепловой машины. Обратимые и необратимые процессы.
28. Статистический вес (термодинамическая вероятность макросостояния). Энтропия и ее свойства.
29. Газ Ван-дер-Ваальса. Физический смысл констант Ван-дер-Ваальса. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса.
30. Строение жидкости. Поверхностное натяжение. Давление под изогнутой поверхностью жидкости. Явления на границе жидкости и твердого тела. Капиллярные явления.
31. Испарение и конденсация. Равновесие жидкости и насыщенного пара. Плавление и кристаллизация. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса.
32. Тройная точка. Диаграмма состояния. Критическое состояние.

3.1.2 Примерные практические задания (задачи) для подготовки к зачету в I семестре

1. Кинематические уравнения движения двух материальных точек имеют вид $x_1=A_1 + B_1t + C_1t^2$ и $x_2 = A_2 + B_2t + C_2t^2$, где $B_1 = B_2$, $C_1 = -2$ м/с^2, $C_2 = 1$ м/с^2. Определите: 1) момент времени, для которого скорости точек будут равны; 2) ускорения a_1 и a_2 для этого момента.

2. Движение материальной точки массой m = 0,25 кг описывается уравнением $\vec{r} = A\sin\omega t\vec{i} + A\cos\omega t\vec{j}$, где A= 2м, ω = 0,7 рад/с, $\vec{i}$ *и* $\vec{j}$ – орты координатных осей x и y. Определите путь S, пройденный точкой за время t_1= 8с, и силу F, действующую на точку в конце указанного промежутка времени.

3. Два груза массами m_t = 2 кг и m_2 = 3 кг подвешены на нитях длиной l=70см так, что грузы соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол α = 60° и отпущен. На какую высоту поднимутся оба груза после удара? Удар грузов считать неупругим.

4. Человек массой m_1=70 кг, бегущий со скоростью υ_1=12 км/ч, догоняет тележку массой m_2=80 кг, движущуюся со скоростью υ_2=8 км/ч и вскакивает на неё. С какой скоростью υ_2' будет двигаться тележка?

5. Шар, движущийся со скоростью v_1 налетает на покоящийся шар, масса которого в $n=1.5$ раза больше первого. Определите соотношение скорости первого шара и скорости второго шара после удара. Удар считать упругим, центральным и прямым.

6. Определите момент инерции J сплошного шара радиусом R и массой m относительно оси, отстоящей от центра шара на расстоянии $a=\frac{R}{3}$ и параллельной оси, проходящей через центр шара.

7. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси вращения скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой

скоростью ω= 2 рад/с. С какой угловой скоростью будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи J = 7 кг·м^2. Длина стержня l=1,4 м, масса m = 4 кг. Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.

8. Определить, сколько молей и молекул *He* содержится в объеме 40 л под давлением 760 мм рт.ст. при температуре 25 ºС. Какова плотность и удельный объем газа?

9. Какой объем занимает смесь O_2 и *воздуха* при нормальных физических условиях? Какова молярная масса смеси?

10. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул кислорода больше их наиболее вероятной скорости на 100 м/с.

11. Определите давление p кислорода в сосуде, если при температуре T=250 К средняя продолжительность $\langle\tau\rangle$ свободного пробега молекул кислорода равна 280 нс. Эффективный диаметр d молекул кислорода равен 0,36 нм.

12. Определите теплопроводность λ кислорода, находящегося в сосуде при температуре T = 300 К. Эффективный диаметр молекулы кислорода d=0,36нм.

13. При изобарном расширении двухатомного газа была совершена работа A=1кДж. Определите количество теплоты Q, переданное газу.

14. Газ массой m = 10 г расширяется изотермически от объема V_1 до объема V_2 = 2 V_1. Работа A расширения газа равна 900 Дж. Определите наиболее вероятную скорость υ_B молекул газа.

15. При нагревании идеального трехатомного газа (6,5 моль) его термодинамическая температура увеличилась в 2 раз. Определите изменение энтропии, если нагревание происходит: 1) изохорно; 2) изобарно.

16. Плотность меди ρ = 8,93 г/см^3, поверхностное натяжение воды σ=73мН/м.

17. Вертикальный стеклянный капилляр внутренним диаметром d=0,04см погружен в воду. Определите, на какую высоту h поднимется вода в капилляре, если поверхностное натяжение воды σ = 73 мН/м, ее плотность ρ=1г/см^3. Считать, что вода полностью смачивает стекло.

18. Вертикальный стеклянный капилляр внутренним радиусом r = 0,2 мм погружен в ртуть, которая опускается в капилляре на глубину h = 3,75 см. Определите поверхностное натяжение σ ртути, если ее плотность ρ=13,6г/см^3. Считать, что ртуть не смачивает стекло.

3.1.3 Примерные билеты для зачёта в I семестре

ФГБОУ ВО УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГПС МЧС РОССИИ»	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __** Кафедра: физики и теплообмена Дисциплина «Физика»	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой физики и теплообмена ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России _____ Ф.И.О. «____» _____ 20__ г.
1. Основное уравнение динамики вращательного движения твердых тел. 2. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики для анализа изопроцессов. 3. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул кислорода больше их наиболее вероятной скорости на 100 м/с?		

или

ФГБОУ ВО УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГПС МЧС РОССИИ»	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __** Кафедра: физики и теплообмена Дисциплина «Физика»	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой физики и теплообмена ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России _____ Ф.И.О. «____» _____ 20__ г.
1. Силы трения, упругие силы. 2. Виды явлений переноса. Средняя длина свободного пробега молекул. 3. Определите плотность и молярную массу смеси NH_3 и *воздуха массой* 2 кг и 6 кг при температуре 350 ºС и при давлении 2 МПа. Газы считать идеальными.		

3.1.4 Критерии оценивания зачета в I семестре

Отметка «зачтено» выставляется при правильном выполнении 50% - 100% заданий.

3.2.1 Теоретические вопросы для подготовки к экзамену во II семестре

1. Электрический заряд. Свойства электрических зарядов. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.
2. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля точечного заряда. Принцип суперпозиции электростатических полей.
3. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.
4. Потенциал электростатического поля. Энергия взаимодействия заряда с полем и системы зарядов. Связь напряженности электростатического поля и потенциала.
5. Применение теоремы Гаусса к расчету электростатических полей в вакууме. Расчет полей: поле однородно заряженной бесконечно протяженной плоскости, поле равномерно заряженной бесконечной длинной нити, поле равномерно заряженной длинной цилиндрической поверхности, поле равномерно заряженной сферической поверхности, поле равномерно заряженного по объему шара.
6. Напряженность поля в диэлектрике. Диэлектрическая проницаемость среды.
7. Проводник во внешнем электрическом поле. Электроемкость. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора.
8. Электрический ток. Сила тока. Закон Ома для однородного участка цепи. Сопротивление проводников.
9. Источники тока. Электродвижущая сила. Закон Ома для полной цепи. Правила Кирхгофа.
10. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.
11. Взаимодействие электрических токов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции.
12. Закон Био-Савара-Лапласа и его применение к расчету магнитных полей, созданных кольцевым током и током, текущим по прямолинейному отрезку проводника.

13. Проводник с током в магнитном поле. Сила Ампера.
14. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Сила Лоренца.
15. Циркуляция вектора магнитной индукции в вакууме. Теорема Гаусса для магнитного поля.
16. Магнитный поток. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея.
17. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля.
18. Вихревое электрическое поле. Ток смещения. Уравнения Максвелла.
19. Гармонические колебания и их свойства. Дифференциальное уравнение колебаний и его решение.
20. Физический и математические маятники. Колебательный контур.
21. Волновое уравнение для электромагнитных волн. Плоская электромагнитная волна. Свойства электромагнитных волн.
22. Энергия электромагнитных волн. Вектор Умова-Пойтинга.

3.2.2 Примерные практические задания (задачи) для подготовки к экзамену во II семестре

1. Два одинаковых шарика массой $m = 20\,г$ каждый находятся на некотором расстоянии друг от друга. Определите, какими равными по модулю зарядами следует зарядить шарики, чтобы их взаимодействие уравновешивало силу тяготения.

2. На изолирующей нити подвешен маленький шарик массой $2\,г$, имеющий заряд $-4\,нКл$. К нему снизу подносят на расстоянии $32\,см$ другой заряженный маленький шарик, и при этом сила натяжения нити уменьшается в 1,5 раза. Чему равен заряд другого шарика? Среда – воздух.

3. В центр квадрата, в каждой вершине которого находится заряд $q = 2{,}33\,нКл$, помещён отрицательный заряд q_0. Найти этот заряд, если на каждый заряд q действует результирующая сила $F = 0$.

4. Около заряженной бесконечно протяжённой плоскости находится точечный заряд q. Заряд перемещается по линии напряжённости поля на расстояние d. При этом совершается работа A. Найти поверхностную плотность заряда σ на плоскости.

5. Определите поверхностную плотность зарядов на пластинах плоского слюдяного ($\varepsilon = 7$) конденсатора, заряженного до разности потенциалов $\Delta\varphi = 200\,В$, если расстояние между его пластинами равно $d = 0{,}5\,мм$.

6. Определите расстояние между пластинами плоского конденсатора, если между ними приложена разность потенциалов $(\varphi_1 - \varphi_2) = 150\,В$, причем площадь каждой пластины $S = 100\,см^2$, ее заряд $Q = 10\,нКл$. Диэлектриком служит слюда ($\varepsilon = 7$).

7. К пластинам плоского воздушного конденсатора приложена разность потенциалов $U_1 = 500\,В$. Площадь пластин $S = 200\,см^2$, расстояние между

пластинами $d_1 = 1{,}5\ мм$. Пластины раздвинули до $d_2 = 15\ мм$. Определите энергию W_1 и W_2 конденсатора до и после раздвижения, если источник напряжения перед раздвижением не отключался.

8. Сила тока в проводнике равномерно возрастает от $I_0 = 0$ до $I = 2\ A$ в течение времени $\tau = 5\ c$. Определить заряд, прошедший в проводнике.

9. Определить плотность тока, если за время 2 с через проводник сечением 1,6 мм^2 прошло $2 \cdot 10^{19}$ электронов.

10. Вольтметр, включенный в цепь последовательно с сопротивлением R_1, показал напряжение $U_1 = 198\ B$, а при включении последовательно с сопротивлением $R_2 = 2R_1$ – напряжение $U_2 = 180\ B$. Определите сопротивление R_1 и напряжение в сети, если сопротивление вольтметра $r = 900\ Ом$.

11. Прямоугольная рамка со сторонами $a = 5\ см$ и $b = 10\ см$, состоящая из $N = 20$ витков, помещена во внешнее электрическое поле с индукцией $B = 0{,}2\ Тл$. Нормаль рамки составляет с направлением магнитного поля угол $\alpha = \frac{\pi}{6}$. Определите вращающий момент сил, действующих на рамку, если по ней течёт ток $I = 2\ A$.

12. По тонкому проволочному кольцу течёт ток. Определите, во сколько раз изменится магнитная индукция в центре контура, если проводнику придать форму квадрата, не изменяя силы тока в проводнике.

13. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводникам в вакууме, расстояние между которыми $d = 15 см$, текут токи $I_1 = 80 A$ и $I_2 = 20 A$ в одном направлении. Определите магнитную индукцию B поля в точке, удалённой на $R_1 = 10\ см$ от первого и $R_2 = 20\ см$ от второго проводника.

14. Электрон, прошедший ускоряющую разность потенциалов $U = 1 кВ$, влетает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 3 мТл$ перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите: 1) силу, действующую на электрон;

2) радиус окружности, по которой электрон движется; 3) период обращения электрона.

15. Круговой проводящий контур радиуса $6 см$ и током $2 А$ установился в магнитном поле так, что плоскость контура перпендикулярна направлению однородного магнитного поля с индукцией $10 мТл$. Оценить работу, которую следует совершить, чтобы повернуть контур на угол $\frac{\pi}{2}$ относительно оси, совпадающей с диаметром контура.

16. В однородном магнитном поле подвижная сторона $l = 20 см$ прямоугольной рамки перемещается перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $\upsilon = 5 м/с$. Определите индукцию B магнитного поля, если возникающая ЭДС индукции равна $\varepsilon_{инд} = 0,2 В$.

17. Колебательный контур содержит соленоид (длина которого $l = 5 см$, площадь поперечного сечения $S_c = 1,5 см^2$, число витков $N = 500$) и плоский конденсатор (расстояние между пластин которого $d = 1,5 мм$, площадь пластин $S_k = 100 см^2$). Определите частоту ω_0 собственных колебаний контура.

18. Конденсатор ёмкостью $C = 2 нФ$ зарядили до напряжения $U_m = 20 В$ и замкнули на катушку индуктивностью $L = 5 мкГн$. Пренебрегая сопротивлением контура, определите амплитудное значение силы тока в данном колебательном контуре.

19. Электромагнитная волна с частотой $\upsilon = 5 МГц$ переходит из немагнитной среды с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 2$ в вакуум. Определите приращение ее длины волны.

20. В вакууме вдоль оси x распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля составляет 50 мВ/м. Определите интенсивность волны I, т. е. среднюю энергию, проходящую через единицу поверхности в единицу времени.

3.2.3 Примерные билеты для экзамена во II семестре

ФГБОУ ВО УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГПС МЧС РОССИИ»	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __** Кафедра: физики и теплообмена Дисциплина «Физика»	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой физики и теплообмена ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России _____ Ф.И.О. «____» _____ 20__ г.

1. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.
2. Проводник с током в магнитном поле. Сила Ампера.
3. В однородном магнитном поле подвижная сторона $l = 20\,см$ прямоугольной рамки перемещается перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $v = 5\,\frac{м}{с}$. Определите индукцию B.

или

ФГБОУ ВО УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГПС МЧС РОССИИ»	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __** Кафедра: физики и теплообмена Дисциплина «Физика»	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой физики и теплообмена ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России _____ Ф.И.О. «____» _____ 20__ г.

1. Проводник во внешнем электрическом поле. Электроемкость. Конденсаторы. Энергия заряженного конденсатора.
2. Гармонические колебания и их свойства. Дифференциальное уравнение колебаний и его решение.
3. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводникам в вакууме, расстояние между которыми $d = 15\,см$, текут токи $I_1 = 70\,A$ и $I_2 = 50\,A$ в одном направлении. Определите магнитную индукцию B поля в точке, удалённой на $R_1 = 10\,см$ от первого и $R_2 = 20\,см$ от второго проводника.

3.2.4 Критерии оценивания экзамена во II семестре

1) отметка «3» (удовлетворительно) выставляется при правильном выполнении 50% - 69% заданий;
2) отметка «4» (хорошо) выставляется при правильном выполнении 70% - 80% заданий;
3) отметка «5» (отлично) ставится 81% - 100% правильно выполненных заданий.

3.3.1 Теоретические вопросы для подготовки к экзамену в III семестре

1. Волновая природа света. Шкала электромагнитных волн.
2. Фотометрические величины и единицы.
3. Основные законы геометрической оптики. Построения в тонких линзах.
4. Основные законы геометрической оптики. Оптические приборы.
5. Основные законы геометрической оптики. Глаз как оптическая система.
6. Линза. Формула тонкой линзы. Оптическая сила линзы. Аберрации линз.
7. Когерентность световых волн. Интерференция света. Опыт Юнга.
8. Интерференция света. Кольца Ньютона. Полосы равной толщины и равного наклона.
9. Интерференция света. Применение интерференции, в том числе при проведении пожарно-технической экспертизы.
10. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля.
11. Дифракция. Дифракция Френеля на круглом отверстии, на круглом диске.
12. Дифракция. Дифракция Фраунгофера на одной и нескольких щелях.
13. Дифракция. Дифракционная решетка и ее использование для спектрального анализа при проведении пожарно-технической экспертизы.
14. Дифракция. Пространственная решетка. Разрешающая способность оптических приборов. Критерий Рэлея.
15. Поляризация. Естественный и поляризованный свет. Виды поляризованного света.
16. Поляризация. Поляризация при отражении. Закон Малюса.
17. Поляризация. Естественный и поляризованный свет. Использование пленок, поляризующих свет, для качественной оперативной фотосъемки.
18. Дисперсия света. Понятие групповой скорости. Элементарная теория дисперсии.
19. Поглощение света. Закон Бугера.

20. Рассеяние света. Эффект Вавилова-Черенкова. Влияние дыма и тумана на распространение света.
21. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа.
22. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана.
23. Тепловое излучение. Законы Вина.
24. Тепловое излучение. Формула Релея-Джинса. Ультрафиолетовая катастрофа. Формула Планка.
25. Тепловое излучение. Радиационная, цветовая и яркостная температуры.
26. Фотоэлектрический эффект, его виды и законы. Фотоны.
27. Эффект Комптона. Комптоновская длина волны. Взаимодействие фотона с покоящимся свободным электроном.
28. Давление света.
29. Закономерности в атомных спектрах. Модель атома Томсона. Опыты по рассеянию альфа-частиц.
30. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Опытное подтверждение постулатов Бора.
31. Элементарная боровская теория водородоподобного атома.
32. Гипотеза Луи де-Бройля. Свойства микрочастиц, принцип неопределенности.
33. Уравнение Шредингера. Физический смысл волновой функции.
34. Уравнение Шредингера. Движение свободной частицы. Квантование энергии.
35. Уравнение Шредингера. Прохождение частиц через потенциальный барьер.
36. Уравнение Шредингера. Использование туннельного эффекта в радиоэлектронике.
37. Состояние электрона в атоме водорода. Квантовые числа. Правила отбора. Принцип Паули.
38. Состав и характеристика атомного ядра. Изотопы, изобары, изотоны. Масса и энергия связи ядра.
39. Модели атомного ядра. Ядерные силы и их свойства.

40. Лазеры.
41. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Период полураспада.
42. Радиоактивность. α-излучение, α-распад. Способы защиты от α-излучения. Приборы для регистрации α-излучения.
43. Радиоактивность. β-излучение, β-распад. Способы защиты от β-излучения. Приборы для регистрации β-излучения.
44. Радиоактивность. γ-излучение, γ-распад. Способы защиты от γ-излучения. Приборы для регистрации γ-излучения.
45. Воздействие ионизирующего излучения на вещество. Дозы.
46. Ядерные реакции и их основные типы.
47. Деление ядер. Термоядерные реакции.
48. Элементы дозиметрии. Действие ионизирующих излучений на человека.

3.3.2 Примерные практические задания (задачи) для подготовки к экзамену в III семестре

1. Луч света падает на плоскую границу раздела двух сред под углом i_1=30 °. Показатель преломления первой среды n_1 = 2,42. Определите показатель преломления второй среды n_2, если отраженный и преломленный лучи перпендикулярны друг другу.

2. Световой луч выходит из алмаза в масло. Определите предельный угол $i_{пр}$ падения света на границе этих сред, если показатели преломления алмаза n_1=2,42, масла – n_2 = 1,6.

3. Предмет высотой 20 см расположен на расстоянии 30 см перед двояковыпуклой линзой, имеющей оптическую силу 2,5 дптр. Определите: 1) фокусное расстояние линзы; 2) на каком расстоянии от линзы находится изображение предмета; 3) линейное увеличение линзы; 4) высоту изображения. Постройте изображение предмета в линзе. Что это за изображение?

4. В опыте Юнга расстояние между щелями d = 1 мм, а расстояние от щелей до экрана равно 3 м. Определите: 1) положение первой светлой полосы; 2) положение третьей темной полосы, если щели освещать монохроматическим светом с длиной волны λ = 0,5 мкм.

5. В опыте с зеркалами Френеля расстояние d между мнимыми изображениями источника света равно 0,5 мм, расстояние l от них до экрана равно 5 м. В желтом свете ширина интерференционных полос равна 6 мм. Определите длину волны желтого света.

6. На параллельную пленку с показателем преломления n = 1,33 под углом i = 45° падает параллельный пучок белого света. Определите, при какой наименьшей толщине пленки зеркально отраженный свет наиболее сильно окрасится в желтый цвет (λ = 0,6 мкм).

7. Определите радиус третьей зоны Френеля, если расстояние от точечного источника света (λ = 0,6 мкм) до волновой поверхности и от волновой поверхности до точки наблюдения равно 1,5 м.

8. Монохроматический свет нормально падает на дифракционную решетку. Определите, максимум какого порядка соответствует углу дифракции φ_m = 21°30′, если максимуму второго порядка соответствует φ_2 = 14°.

9. Интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор, уменьшается в четыре раза. Пренебрегая поглощением света, определите угол α между главными плоскостями поляризатора и анализатора.

10. Анализатор в n = 4 раза уменьшает интенсивность света, прошедшего через него от поляризатора. Пренебрегая потерями света, определите угол α между главными плоскостями поляризатора и анализатора.

11. Угол Брюстера $i_Б$ при падении света из воздуха в стекло составляет 57,5 °. Определите скорость распространения света в стекле.

12. Металлическая поверхность площадью S = 10 см^2, нагретая до температуры T = 2,5 кК, излучает в одну минуту 60 кДж. Определите: 1) энергию,

излучаемую этой поверхностью, считая ее абсолютно черной; 2) отношение энергетических светимостей этой поверхности и черного тела при данной температуре.

13. Черное тело находится при температуре 1,5 кК. При остывании этого тела длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на 5 мкм. Определите температуру, до которой тело охладилось.

14. Определите радиационную температуру T_p, если известна истинная температура тела $T = 800$ К и поглощательная способность серого тела $A_T = 0{,}78$.

15. Определите, с какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его кинетическая энергия T равнялась энергии ε фотона с длиной волны $\lambda = 0{,}55$ мкм.

16. Определите длину волны λ фотона, импульс p которого в два раза меньше импульса p_e электрона, движущегося со скоростью 0,1 Мм/с.

17. Определите энергию связи атома кислорода ${}^{16}_{8}O$. Масса нейтрального атома кислорода равна $2{,}6552 \cdot 10^{-26}$ кг.

18. Постоянная λ радиоактивного распада изотопа кобальта ${}^{60}_{27}Co$ равна $4{,}14 \cdot 10^{-9}$ с$^{-1}$. Определите время, за которое распадется 1/6 начального количества ядер этого радиоактивного изотопа.

19. Активность радиоактивного изотопа магния ${}^{27}_{12}Mg$ уменьшается за t=44,4 с на $\eta = 5$ %. Определите среднее время жизни радионуклида.

3.3.3 Примерные билеты для экзамена в III семестре

ФГБОУ ВО УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГПС МЧС РОССИИ»	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __** Кафедра: физики и теплообмена Дисциплина «Физика»	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой физики и теплообмена ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России _____ Ф.И.О. «____» _____ 20__ г.

1. Основные законы геометрической оптики. Оптические приборы.
2. Закономерности в атомных спектрах. Модель атома Томсона. Опыты по рассеянию альфа-частиц.
3. Определите энергию связи атома кислорода $^{16}_{8}O$. Масса нейтрального атома кислорода равна $2{,}6552 \cdot 10^{-26}$ кг.

или

ФГБОУ ВО УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГПС МЧС РОССИИ»	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __** Кафедра: физики и теплообмена Дисциплина «Физика»	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой физики и теплообмена ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России _____ Ф.И.О. «____» _____ 20__ г.

1. Линза. Формула тонкой линзы. Оптическая сила линзы. Аберрации линз.
2. Модели атомного ядра. Ядерные силы и их свойства.
3. Определите длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона, прошедшего разность потенциалов $U = 10$ В.

3.3.4 Критерии оценивания экзамена в III семестре

1) отметка «3» (удовлетворительно) выставляется при правильном выполнении 50% - 69% заданий;
2) отметка «4» (хорошо) выставляется при правильном выполнении 70% - 80% заданий;
3) отметка «5» (отлично) ставится 81% - 100% правильно выполненных заданий.

4. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Трофимова Т. И. Курс физики [Текст]: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – М.: Академия, 2007. - 560 с.

2. Трофимова Т. И. Курс физики. Задачи и решения [Текст]: учеб. пособие для втузов / Т. И. Трофимова, А. В. Фирсов. – М.: Академия, 2009. - 592 с.

3. Спичкин Ю.В., Соловьев А.С. Сборник задач по физике для подготовки инженеров пожарной безопасности: в 2 ч. Ч.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Термодинамика [Текст]: учеб пособие / Ю. В. Спичкин, А. С. Соловьев [и др.]. – Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России; Воронеж: ВИ ГПС МЧС России, 2010. - 102 с.

4. Соловьев А.С., Калач А.В. Механика. Молекулярная физика. Электричество и магнетизм. Контрольные задания по физике для слушателей факультета заочного обучения [Текст]: учеб пособие. / А. С. Соловьев, А. В. Калач [и др.]. - Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России, 2012. - 118 с.

4.2. Дополнительная литература

5. Трофимова Т. И. Краткий курс физики [Текст]: учеб пособие. / Т.И. Трофимова. – М.: Высшая школа, 2000. - 352 с.

6. Трофимова Т. И. Краткий курс физики с примерами решения задач [Текст]: учеб пособие / Т. И. Трофимова. – М.: КНОРУС, 2007. - 280 с.

7. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн.1. Механика [Текст]: учеб. пособие для втузов / И. В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2003. - 256 с.

8. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн.2. Электричество и магнетизм [Текст]: учеб. пособие для втузов / И. В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2003. - 336 с.

9. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн.3. Молекулярная физика и термодинамика [Текст]: учеб. пособие для втузов/ И. В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2003. - 208с.
10. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн.4. Волны. Оптика [Текст]: учеб. пособие для втузов / И. В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2003. - 256 с.
11. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн.5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Текст]: учеб. пособие для втузов / И.В. Савельев. – М.: ООО «Издательство Астрель»: ООО «Издательство АСТ», 2003. - 368 с.
12. Зобова Н.А., Барбин Н.М. Применение законов физики в пожарной безопасности [Текст]: учеб. пособие / Н.А. Зобова, Н.М. Барбин. – Екатеринбург, 2008. - 60 с.
13. Зобова Н. А. Основные понятия физики. Часть I. Классическая физика [Текст]: учеб. пособие / Н. А. Зобова, Н. М. Барбин, П. С. Попель. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2009. - 88 с.
14. Зобова Н. А. Основные понятия физики. Часть II. Квантовая физика [Текст]: учеб. пособие / Н. А. Зобова, Н. М. Барбин, П. С. Попель, А.В. Борисенко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2010. - 62 с.
15. Морозова И. М. Физические величины и их измерения [Текст]: учеб. пособие / И. М. Морозова, Е. В. Тархова, Е. В. Кононенко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России. 2008. - 44 с.
16. Морозова И. М. Методы и средства измерения давления [Текст]: учеб. пособие / И. М. Морозова, Е. В. Тархова, Е. В. Кононенко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России. 2008. - 43 с.
17. Морозова И. М. Методы и средства измерения температуры [Текст]: учеб. пособие / И. М. Морозова, Е. В. Тархова, Е. В. Кононенко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России. 2008. - 84 с.

18. Попель П. С. Физика. Раздел 2. Молекулярная физика и основы термодинамики [Текст]: учеб. пособие для самостоятельной работы курсантов и слушателей / П. С. Попель, Н. М. Барбин, А. Р. Курочкин. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2011. - 66 с.
19. Сидоров В. Е. Курс лекции по физике. Механика. Колебания и волны [Текст]: учеб. пособие / В. Е. Сидоров, А. С. Ильиных, Н. М. Барбин. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. – 56 с.
20. Курочкин А.Р. Учебно-методическое пособие для подготовки к интернет-тестированию по физике в 3 частях. Ч.1. Механика. Молекулярная физика и термодинамика [Текст]: учеб.-метод. пособие / А. Р. Курочкин, А. В. Борисенко, А. С. Криворогова, А. А. Сушкевич, О. Ю. Баранова. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2014. - 135 с.
21. Борисенко А.В. Учебно-методическое пособие для подготовки к интернет-тестированию по физике в 3 частях. Ч.2. Электричество. Магнетизм [Текст]: учеб.-метод. пособие / А. В. Борисенко, А. Р. Курочкин, А. С. Криворогова, А. А. Сушкевич, О. Ю. Баранова. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2015. - 145 с.
22. Борисенко А.В. Учебно-методическое пособие для подготовки к интернет-тестированию по физике в 3 частях. Ч.3. Оптика. Элементы квантовой механики [Текст]: учеб.-метод. пособие / А. В. Борисенко, А. Р. Курочкин, А. С. Криворогова, А. А. Сушкевич, О. Ю. Баранова. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2016. - 96 с.
23. Криворогова А. С. Методические материалы по выполнению контрольной работы по дисциплине «Физика» для слушателей факультета заочного обучения. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность [Текст]: учеб.-метод. пособие / А. С. Криворогова, В. Е. Сидоров. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2015. - 109 с.

24. Константинова Н. Ю. Физика. Методические материалы по организации и контролю самостоятельной работы. Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Н. Ю. Константинова, А. А. Сушкевич. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 56 с. Режим доступа: http://10.97.170.7.

25. Курочкин А.Р. Методические материалы по выполнению контрольных работ по дисциплине «Физика». Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / А.Р. Курочкин. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 75 с.– Режим доступа: http://10.97.170.7.

26. Константинова Н.Ю., Сушкевич А.А. Методические материалы по изучению дисциплины «Физика». Специальность 20.05.01 Пожарная безопасность [Электронный ресурс]: учеб.-метод. пособие / Н.Ю. Константинова, А.А. Сушкевич. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2017. – 36 с. Режим доступа: http://10.97.170.7.

4.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. http://www.studfiles.ru/dir/cat15.html – Все для учебы: естественные науки.
2. http://www.bookarchive.ru/category/fizika/ – Электронная библиотека.
3. www.alleng.ru/edu/phys.htm – Образовательные ресурсы Интернета – Физика).
4. https//fiz.1september.ru – учебно-методическая газета «Физика».
5. www.n-t.ru/nl/fz – Нобелевские лауреаты по физике.
6. www.nuclphys.sinp.msu.ru – Ядерная физика в Интернете.
7. www.kvant.mccme.ru – научно-популярный физико-математический журнал «Квант».
8. www.yos.ru/natural-sciences/html – естественно-научный журнал для молодежи «Путь в науку».
9. http://book-b12.ru/uchebnaya-literatura/studentam-vuzov/estestvennye-nauki-matematika/fizika/

4.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

1. Инновационные технологии (компакт-диск). М.: ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС РФ, ООО «Аква-Пиро-Альянс».

5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЁТУ И ЭКЗАМЕНАМ

Подготовку к сдаче экзамена рекомендуется начинать по порядку следования тем изложения лекционного материала. Для этого обучающееся могут воспользоваться конспектами лекций и учебными пособиями, приведенными в списке литературы. При первом чтении материала не стоит задерживаться на математических выводах и запоминании уравнений, сначала следует получить общее представление о рассматриваемых вопросах, а также выявить сложные и непонятные моменты. Внимательно прочитывайте текст, старайтесь выявить сущность вопросов и не пытайтесь сразу запомнить все определения и детали. Такой подход, при котором все изучаемые процессы и явления рассматриваются на уровне сущности, а не набора отдельных понятий и фактов, способствует не только более глубокому и прочному усвоению материала, но и формированию логического мышления, способности воспринимать и осмысливать изучаемый материал. При последующей проработке материала в прочитанном тексте выделяются главные идеи, устанавливаются логические взаимосвязи между ними, большее внимание уделяется деталям, материал повторяется несколько раз для лучшего запоминания определений и формул.

Для лучшего запоминания и усвоения учебного материала рекомендуется завести рабочую тетрадь и кратко, в виде тезисов, записывать в нее формулировки законов, основные понятия и определения, формулы и т.д. Подготовка к экзамену должна обязательно сопровождаться повторением и решением задач, поскольку это один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала. Следует напомнить, что для качественного освоения материала, облегчения подготовки к экзамену и успешной его сдачи необходимо

систематическое выполнение заданий на практических занятиях в течение семестра.

Приступая к самостоятельному решению задачи, необходимо обдумать план ее решения, сравнивая ее с примерами, предложенными в задачнике, и имеющимися в конспекте вариантами решения типовых задач. В случае появления неясностей при выборе решения следует обратиться к теоретическому материалу той темы, на основании которого построена задача.

При записи решения задачи следует приводить весь ход решения и математические преобразования. Решение должно быть аккуратно оформлено, написано четким разборчивым почерком. Если у обучающегося возникают затруднения при подготовке к экзамену, то следует обратиться за консультацией к преподавателю.

6. ПРИМЕРЫ ОТВЕТОВ НА ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

ФГБОУ ВО УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГПС МЧС РОССИИ МЧС РОССИИ»	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __** Кафедра: физики и теплообмена Дисциплина «Физика»	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой физики и теплообмена ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России _____ Ф.И.О. «____» _____ 20__ г.
1. Основное уравнение динамики вращательного движения твердых тел. 2. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики для анализа изопроцессов. 3. При какой температуре средняя квадратичная скорость молекул кислорода больше их наиболее вероятной скорости на 100 м/с?		

Ответ на первый вопрос билета

Работа при вращении тела идёт на увеличение его кинетической энергии:

$$dA = dE_к,$$

$$dE_к = d\left(\frac{J_z\omega^2}{2}\right) = J_z\omega d\omega,$$

$$M_z d\varphi = J_z\omega d\omega \,\big|\div dt,$$

$$M_z\frac{d\varphi}{dt} = J_z\omega\frac{d\omega}{dt}.$$

Учитывая, что $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$ и $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$.

$$M_z\omega = J_z\omega\varepsilon,$$

$$M_z = J_z\varepsilon.$$

Уравнение представляет собой уравнение динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси.

Если ось z совпадает с главной осью инерции, проходящей через центр масс, то имеет место векторное равенство

$$M_z\omega = J_z\omega\varepsilon,$$

$$\vec{M} = J\vec{\varepsilon} \quad (1).$$

Выражение $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}$ (2) – ещё одна форма уравнения динамики вращательного движения твердого тела относительно неподвижной оси:

производная момента импульса твердого тела относительно оси равна моменту сил относительно той же оси.

Ответ на второй вопрос билета

Первое начало термодинамики. Количество теплоты, поведённое к газу, идёт на изменение его внутренней энергии и на совершение газом работы против внешних сил.

$dQ = dU + dA$.

Применение первого начала термодинамики для анализа изопроцессов.

Изотермический процесс $T = const$,

$$dQ = dU + pdV = \frac{i}{2}\nu RdT + pdV = \left[T = const\right] = pdV,$$

$$Q = \int_{V_1}^{V_2} pdV = \left[\, p = \frac{\nu RT_1}{V} \,\right] = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\nu RT_1}{V} dV = \nu RT_1 \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = \nu RT_1 \ln\frac{V_2}{V_1}.$$

Изохорический процесс $V = const$.

$$dQ = dU + pdV = \frac{i}{2}\nu RdT + pdV = \left[V = const\right] = \frac{i}{2}\nu RdT,$$

$$Q = \int_{T_1}^{T_2} \frac{i}{2}\nu RdT = \frac{i}{2}\nu R\int_{T_1}^{T_2} dT = \frac{i}{2}\nu R\left[T_2 - T_1\right].$$

Изобарический процесс $p = const$.

$$dQ = dU + pdV = \frac{i}{2}\nu RdT + pdV = \left[p = const\right] = \frac{i}{2}\nu RdT + \nu RdT = \frac{i+2}{2}\nu RdT,$$

$$Q = \int_{T_1}^{T_2} \frac{i+2}{2}\nu RdT = \frac{i+2}{2}\nu R\int_{T_1}^{T_2} dT = \frac{i+2}{2}\nu R\left[T_2 - T_1\right].$$

Ответ на третий вопрос билета

Найдем наиболее вероятную скорость:

$f(v) = 4\pi\left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 \exp\left(-\frac{m_0 v^2}{2kT}\right)$ - функция распределения Максвелла молекул ИГ по скоростям.

$$\frac{df(v)}{dv}=\frac{d}{dv}\left[4\pi\left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}}v^2\exp\left(-\frac{m_0v^2}{2kT}\right)\right]=4\pi\left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{3/2}\left(2v\cdot\exp\left(-\frac{m_0v^2}{2kT}\right)-v^2\frac{2m_0v}{2kT}\cdot\exp\left(-\frac{m_0v^2}{2kT}\right)\right)=$$

$$=4\pi\left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{3/2}\exp\left(-\frac{m_0v^2}{2kT}\right)\left(2v-\frac{v^3m_0}{kT}\right).$$

$$\frac{df(v)}{dv}=0,$$

$$4\pi\left(\frac{m_0}{2\pi kT}\right)^{3/2}\exp\left(-\frac{m_0v^2}{2kT}\right)\left(2v-\frac{v^3m_0}{kT}\right)=0,$$

$$2v-\frac{v^3m_0}{kT}=0,$$

$$v_в=\sqrt{\frac{2kT}{m_0}}.$$

$$\langle v\rangle_{кв}-v_в=z,$$

$$\sqrt{\frac{3kT}{m_0}}-\sqrt{\frac{2kT}{m_0}}=z,$$

$$\frac{3kT}{m_0}-2\sqrt{\frac{6k^2T^2}{m_0^2}}+\frac{2kT}{m_0}=z^2,$$

$$\frac{5kT}{m_0}-2\sqrt{6}\frac{kT}{m_0}=z^2,$$

$$\frac{kT}{m_0}\left(5-2\sqrt{6}\right)=z^2,$$

$$T=\frac{z^2m_0}{k\left(5-2\sqrt{6}\right)}=\frac{z^2\mu}{kNa\left(5-2\sqrt{6}\right)}=\frac{z^2\mu}{R\left(5-2\sqrt{6}\right)}=381K.$$

$$m_0=\frac{\mu}{Na}$$

$$R=k\cdot Na$$

$$v_в=\sqrt{\frac{2kT}{m_0}}$$

$$\langle v\rangle_{кв}=\sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

$$\langle v\rangle=\sqrt{\frac{8kT}{\pi m_0}}$$

ФГБОУ ВО УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГПС МЧС РОССИИ»	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __** Кафедра: физики и теплообмена Дисциплина «Физика»	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой физики и теплообмена ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России _____ Ф.И.О. «____» _____ 20__ г.

1. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме.
2. Проводник с током в магнитном поле. Сила Ампера.
3. В однородном магнитном поле подвижная сторона $l = 20\,см$ прямоугольной рамки перемещается перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью $v = 5\,\frac{м}{с}$. Определите индукцию B. магнитного поля, если возникающая ЭДС индукции равна $\varepsilon_{инд} = 0,2\,В$.

Ответ на первый вопрос билета

Вычисление напряженности поля системы электрических зарядов с помощью принципа суперпозиции электростатических полей можно значительно упростить, используя выведенную немецким ученым К. Гауссом (1777 — 1855) теорему, определяющую поток вектора напряженности электрического поля сквозь произвольную замкнутую поверхность.

Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме: поток вектора напряженности электростатического поля в вакууме сквозь произвольную замкнутую поверхность равен алгебраической сумме заключенных внутри этой поверхности зарядов, деленной на ε_0.

$$\oint_S \vec{E} d\vec{S} = \frac{\sum_i q_i}{\varepsilon_0}.$$

Ответ на второй вопрос билета

Обобщая результаты исследования действия магнитного поля на различные проводники с током, А. Ампер установил, что сила $d\vec{F}_A$, с которой магнитное поле

действует на элемент проводника dl с током, находящегося в магнитном поле, равна

$$d\vec{F}_A = I\left[d\vec{l} \times \vec{B}\right],$$

где $d\vec{l}$ — вектор, по модулю равный dl и совпадающий по направлению с током, $\vec{B}$ вектор магнитной индукции.

Направление вектора $d\vec{F}_A$ может быть найдено, по общим правилам векторного произведения, откуда следует правило левой руки: если ладонь левой руки расположить так, чтобы в нее входил вектор $\vec{B}$, а четыре вытянутых пальца — по направлению тока в проводнике, то отогнутый большой палец покажет направление силы, действующей на ток.

Модуль силы Ампера вычисляется по формуле

$dF_A = IdlB\sin\alpha$.

где α — угол, между векторами $d\vec{l}$ и $\vec{B}$.

Ответ на третий вопрос билета

Явление электромагнитной индукции. В замкнутом контуре при изменении потока магнитной индукции $\Phi_{\vec{B}}$, охватываемого этим контуром, возникает электрический ток (индукционный ток).

Закон Фарадея. ЭДС электромагнитной индукции в контуре численно равна и противоположна по знаку скорости изменения магнитного потока сквозь поверхность, ограниченную этим контуром.

$$\varepsilon_{инд} = -\frac{d\Phi_{\vec{B}}}{dt},$$

Магнитный поток, пронизывающий контур, равен

$$d\Phi_{\vec{B}} = \vec{B}d\vec{S} = BdS\cos\alpha = BdS,$$

$$\alpha - \textit{угол между } \vec{B} \textit{ и } \vec{n} \quad \Rightarrow \quad \cos\alpha = 1,$$

$$dS = lx = lvdt,$$

$$d\Phi_{\vec{B}} = BdS = Blvdt.$$

$$\varepsilon_{инд} = \frac{d\Phi_{\vec{B}}}{dt} = \frac{Blvdt}{dt} = Blv,$$

$$B = \frac{\varepsilon_{инд}}{lv} = \frac{0,2}{5 \cdot 20 \cdot 10^{-2}} = 0,2Тл.$$

ФГБОУ ВО УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГПС МЧС РОССИИ»	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № __** Кафедра: физики и теплообмена Дисциплина «Физика»	УТВЕРЖДАЮ Заведующий кафедрой физики и теплообмена ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России _____ Ф.И.О. «____» _____ 20__ г.
1. Линза. Формула тонкой линзы. Оптическая сила линзы. Аберрации линз. 2. Модели атомного ядра. Ядерные силы и их свойства. 3. Определите длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона, прошедшего разность потенциалов $U = 10$ В.		

Ответ на первый вопрос билета

Линзы представляют собой прозрачные тела, ограниченные двумя поверхностями (одна из них обычно сферическая, иногда цилиндрическая, преломляющими световые лучи, способные формировать оптические изображения предметов.

Линза называется тонкой, если её толщина (расстояние между ограничивающими поверхностями) значительно меньше по сравнению с радиусами поверхностей, ограничивающих линзу.

Прямая, проходящая через центры кривизны поверхностей линзы, называется главной оптической осью.

Для всякой линзы существует точка, называемая оптическим центром линзы, лежащая на главной оптической оси и обладающая тем свойством, что лучи проходят сквозь неё не преломляясь.

Точки F, лежащие по обе стороны линзы на расстоянии, равном фокусному, называются фокусами линзы. Фокус — это точка, в которой после преломления собираются все лучи, падающие на линзу параллельно главной оптической оси.

Формула тонкой линзы

$$\frac{1}{a} \pm \frac{1}{b} = \pm \frac{1}{F} = \Phi,$$
$$\left(\frac{n_л}{n_{ср}} - 1 \right) \left(\pm \frac{1}{R_1} \pm \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{F}.$$

где a - расстояние от линзы до предмета, b - расстояние от линзы до изображения («-» - изображение мнимое), F - фокусное расстояние («-» - линза рассеивающая), $\Phi = \frac{1}{F}$ - оптическая сила линзы, R_1 и R_2 - радиусы кривизны поверхностей линзы («-» - для вогнутой поверхности), $n_л$ и $n_{ср}$ - абсолютные показатели преломления линзы и окружающей среды.

Аберрация оптической системы — ошибка или погрешность изображения в оптической системе, вызываемая отклонением луча от того направления, по которому он должен был бы идти в идеальной оптической системе. Аберрацию характеризуют различного вида нарушения гомоцентричности в структуре пучков лучей, выходящих из оптической системы.

Хроматические аберрации, обусловленные дисперсией оптических сред, из которых образована оптическая система, то есть зависимостью показателя преломления оптических материалов, из которых изготовлены элементы оптической системы, от длины проходящей световой волны.

Могут проявляться в постороннем окрашивании изображения, и в появлении у изображения предмета цветных контуров, которые у предмета отсутствовали.

Хроматизм положения может быть исправлен путём комбинирования собирательной и рассеивающей линз. Линзы должны состоять из оптических стёкол и обладать различной дисперсией. При прохождении через первую линзу луч отклонится к оптической оси и диспергирует. Войдя во вторую линзу, луч незначительно отклонится в обратную сторону и повторно диспергирует, но в обратном направлении. В результате хроматическая аберрация первой линзы компенсируется второй, «отрицательной», линзой, и лучи различных цветов

соберутся в одной точке. Такие линзы, исправляющие хроматизм положения, называются ахроматическими линзами (ахроматами).

Сферическая аберрация — аберрация оптических систем из-за несовпадения фокусов для лучей света, проходящих на разных расстояниях от оптической оси. Приводит к нарушению гомоцентричности пучков лучей от точечного источника, без нарушения симметрии строения этих пучков (в отличие от комы и астигматизма).

Сферическая аберрация линзы (системы линз) объясняется тем, что её преломляющие поверхности встречают отдельные лучи сколько-нибудь широкого пучка под различными углами. Вследствие чего, более удалённые от оптической оси лучи преломляются сильнее, нежели нулевые лучи, и образуют свои точки схода удалённые от фокальной плоскости.

Как и другие аберрации, сферическая аберрация зависит от кривизны поверхностей и оптической силы линзы. Поэтому применение оптических стёкол с высокими показателями преломления позволяют уменьшить сферическую аберрацию, посредством увеличения радиусов поверхностей линзы при сохранении её оптической силы.

Уменьшение влияния сферической аберрации

1. диафрагмированием;

2. с помощью дефокусировки.

К тому же, для линз с разной кривизной поверхностей будет иметь значение ориентация линзы относительно хода светового луча. Так, например, сферическая аберрация для плоско-выпуклой линзы, обращенной навстречу лучу своей плоской поверхностью, будет иметь величину большую, нежели для той же линзы, но встречающей луч своей выпуклой поверхностью. Таким образом, выбор отношения кривизны первой поверхности линзы, к её второй поверхности, так же, будет одним из средств уменьшающих сферическую аберрацию.

Заметное влияние на сферическую аберрацию оказывает диафрагмирование объектива (или иной оптической системы), так как при этом отсекаются краевые лучи широкого пучка. Очевидно, что этот способ непригоден для оптических систем, требующих высокой светосилы.

В отдельных случаях небольшая величина сферической аберрации может быть исправлена за счёт некоторой дефокусировки объектива. При этом плоскость изображения смещается к, так называемой, «плоскости лучшей установки», находящейся, как правило, посередине, между пересечением осевых и крайних лучей, и не совпадающей с самым узким местом пересечения всех лучей широкого пучка (диском наименьшего рассеяния). Это несовпадение объясняется распределением световой энергии в диске наименьшего рассеяния, образующей максимумы освещённости не только в центре, но и на краю. То есть, можно сказать, что «диск» представляет из себя яркое кольцо с центральной точкой. Поэтому, разрешение оптической системы, в плоскости совпадающей с с диском наименьшего рассеяния, будет ниже, несмотря на меньшую величину поперечной сферической аберрации. Пригодность этого метода зависит от величины сферической аберрации, и характера распределения освещённости в диске рассеяния.

Достаточно успешно сферическая аберрация исправляется при помощи комбинации из положительной и отрицательной линз. Причём, если линзы не склеиваются, то, кроме кривизны поверхностей компонентов, на величину сферической аберрации будет влиять и величина воздушного зазора (даже в том случае, если поверхности, ограничивающие этот воздушный промежуток, имеют одинаковую кривизну). При этом способе коррекции, как правило исправляются и хроматические аберрации.

Ответ на второй вопрос билета

Между составляющими ядро нуклонами действуют особые, специфические для ядра силы, значительно превышающие кулоновские силы отталкивания между протонами. Они называются **ядерными силами.**

С помощью экспериментальных данных по рассеянию нуклонов на ядрах, по ядерным превращениям и т.д. доказано, что ядерные силы намного превышают гравитационные, электрические и магнитные взаимодействия и не сводятся к ним. Ядерные силы относятся к классу так называемых **сильных взаимодействий.**

Перечислим основные свойства ядерных сил:

1) ядерные силы являются *силами притяжения*;

2) ядерные силы являются *короткодействующими* — их действие проявляется только на расстоянии примерно $10^{-15} м$. При увеличении расстояния между нуклонами ядерные силы быстро уменьшаются до нуля, а при расстояниях, меньших их радиуса действия, оказываются примерно в 100 раз больше кулоновских сил, действующих между протонами на том же расстоянии;

3) ядерным силам свойственна *зарядовая независимость*: ядерные силы, действующие между двумя протонами, или двумя нейтронами, или, наконец, между протоном и нейтроном, одинаковы по величине. Отсюда следует, что ядерные силы имеют *неэлектрическую природу,*

4) ядерным силам свойственно *насыщение,* т.е. каждый нуклон в ядре взаимодействует только с ограниченным числом ближайших к нему нуклонов. Насыщение проявляется в том, что удельная энергия связи нуклонов в ядре (если не учитывать легкие ядра) при увеличении числа нуклонов не растет, а остается приблизительно постоянной;

5) ядерные силы зависят от взаимной *ориентации спинов* взаимодействующих нуклонов. Например, протон и нейтрон образуют дейтрон только при условии параллельной ориентации их спинов;

6) ядерные силы *не являются центральными,* т.е. действующими по линии, соединяющей центры взаимодействующих нуклонов.

Капельная модель ядра (1936; Н. Бор и Я. И. Френкель). Капельная модель ядра является первой моделью. Она основана на аналогии между поведением нуклонов в ядре и поведением молекул в капле жидкости.

Так, в обоих случаях силы, действующие между составными частицами — молекулами в жидкости и нуклонами в ядре. — являются короткодействующими и им свойственно насыщение. Для капли жидкости при данных внешних условиях характерна постоянная плотность её вещества. Ядра же характеризуются практически постоянной удельной энергией связи и постоянной плотностью, не зависящей от числа нуклонов в ядре. Наконец, объем капли, так же как и объем ядра пропорционален числу частиц.

Существенное отличие ядра от капли жидкости в этой модели заключается в том, что она трактует ядро как каплю электрически заряженной несжимаемой жидкости (с плотностью, равной ядерной), подчиняющуюся законам квантовой механики. Капельная модель ядра позволила получить полуэмпирическую формулу для энергии связи нуклонов в ядре, объяснила механизм ядерных реакций и особенно реакции деления ядер. Однако эта модель не смогла, например, объяснить повышенную устойчивость ядер, содержащих магические числа протонов и нейтронов.

Оболочечная модель ядра [1949 — 1950; американский физик М. Гепперт-Майер (1906—1975) и немецкий физик Х. Иенсен (1907 — 1973)]. Оболочечная модель предполагает распределение нуклонов в ядре по дискретным энергетическим уровням (оболочкам), заполняемым нуклонами согласно принципу Паули, и связывает устойчивость ядер с заполнением этих уровней. Считается, что ядра с полностью заполненными оболочками являются наиболее устойчивыми. Такие особо устойчивые (магические) ядра действительно существуют.

Оболочечная модель ядра позволила объяснить спины и магнитные моменты ядер, различную устойчивость атомных ядер, а также периодичность изменении их свойств. Эта модель особенно хорошо применима для описания легких и средних ядер, а также для ядер, находящихся в основном (невозбужденном) состоянии.

По мере дальнейшего накопления экспериментальных данных о свойствах атомных ядер появлялись все новые факты, не укладывающиеся в рамки описанных моделей. Так возникли *обобщенная модель ядра* (синтез капельной и оболочечной моделей), *оптическая модель ядра* (объясняет взаимодействие ядер с налетающими частицами) и другие модели.

Ответ на третий вопрос билета

Согласно де Бройлю, с каждым микрообъектом связываются, с одной стороны, *корпускулярные характеристики* – энергия и импульс, а с другой – *волновые характеристики* – частота и длина волны.

$$E = h\nu$$

$$p = \frac{h}{\lambda}$$

Т. е. любой частице, обладающей импульсом, сопоставляется волновой процесс, длина волны которого определяется по формуле $\lambda = \frac{h}{p}$.

Импульс электрона может быть выражен двумя способами

1. Как для релятивистской частицы $p = \frac{\sqrt{(2E_0 + E_к)E_к}}{c}$,
2. Как для классической частицы $p_{e^-} = \sqrt{2mE_k}$.

Работа электрического поля по перемещению электрона, равна изменению его кинетической энергии $\left[\begin{array}{l} A = e^{-} \triangle\varphi \\ A = E_{k2} - E_{k1}\underset{0}{\downarrow} = E_k \end{array}\right.$

Тогда, кинетическая энергия электрона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов $\triangle\varphi = 10\,\hat{A}$, равна

$E_k = e^{-} \triangle\varphi = 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 10 = 16 \cdot 10^{-19}\,Дж = 10 эВ$.

Сравним с энергией покоя электрона

$E_0 = mc^2 = 9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot \left(3 \cdot 10^8\right)^2 = 81{,}99 \cdot 10^{-15}\,Дж = 0{,}512 МэВ$.

т.к. $E_к \ll E_0$, то частица является классической, т.е. движущейся со скоростью намного меньшей скорости света $v \ll c$.

Тогда импульс электрона равен $E_{ke^-} = \dfrac{m_{e^-} v^2}{2} = \dfrac{p_{e^-}^2}{2m_{e^-}}$

$$p = mv \Rightarrow v = \frac{p}{m}$$

$$p_{e^-} = \sqrt{2m_{e^-} E_k} = \sqrt{2m_{e^-} e^{-} \triangle\varphi}$$

Из формулы для длины волны де Бройля $\lambda_Ф = \dfrac{h}{p_Ф}$.

Из условия задачи $p_Ф = p_{e^-}$,

Тогда, $\lambda_Ф = \dfrac{h}{p_{e^-}} = \dfrac{h}{\sqrt{2m_{e^-} e^{-} \triangle\varphi}} = 730 нм.$.