**Примерные оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

**«Физика»**

**Семестр 1**

При проведение промежуточной аттестации обучающемуся предлагается дать ответ на 1 вопрос и решить одну задачу из нижеприведенных списков.

**Примерный перечень вопросов**

**Раздел 1. Механика**

| **№** | **Содержание вопроса билета** |
| --- | --- |
| 1 | Предмет и задачи физики.  Физические теории и пределы их применимости.  Место эксперимента в физике. |
| 2 | Ошибки имерений, методы обработки результатов измерений.  Методы построения графиков по результатам измерений. |
| 3 | Кинематика: основные понятия, системы отсчета.  Движение по прямой: средняя скорость и среднее ускорение.  Мгновенная линейная скорость, мгновенное линейное ускорение, физический смысл производной. |
| 4 | Пройденный путь как интеграл от скорости, физический смысл интеграла.  Уравнения кинематики равнопеременного движение по прямой. |
| 5 | Пространственное (криволинейное) движение точки.  Степени свободы.  Использование векторов в физике.  Положение, радиус-вектор, скорость и ускорение как векторы.  Нормальное и тангенциальное ускорение.  Основные уравнения кинематики поступательного движения. |
| 6 | Кинематика вращательного движения: мгновенная угловая скорость и мгновенное угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением.  Понятие аксиального вектора.  Уравнения кинематики равнопеременного вращения. |
| 7 | Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона.  Второй закон Ньютона.  Масса, импульс, сила.  Уравнение динамики движения материальной точки.  Третий закон Ньютона.  Закон сохранения импульса для материальной точки.  Центр масс системы материальных точек. |
| 8 | Закон сохранения импульса для системы материальных точек.  Сила упругого сжатия пружины.  Закон Всемирного тяготения.  Центр тяжести.  Силы трения и сопротивления. |
| 9 | Работа переменной силы.  Мощность.  Кинетическая энергия материальной точки.  Поле сил.  Консервативные и неконсервативные силы, примеры.  Физический смысл криволинейного интеграла.  Потенциальная энергия.  Потенциальная энергия в поле сил тяжести. |
| 10 | Первая, вторая и третья космические скорости.  Потенциальная энергия упруго деформированной пружины.  Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил.  Связь между силой и потенциальной энергией. |
| 11 | Принцип относительности и преобразования Галилея.  Неинерциальные системы отсчета.  Силы инерции. |
| 12 | Центробежная сила.  Примеры сил инерции в транспортных системах. |
| 13 | Постулаты Эйнштейна.  Пространство и время.  Сокращение длины и замедление времени в движущихся системах отсчета.  Относительность одновременности.  Преобразования Лоренца. |
| 14 | Релятивистский импульс.  Взаимосвязь массы и энергии.  Экспериментальные подтверждения специальной теории относительности (СТО). |
| 15 | Момент инерции.  Теорема Штейнера.  Момент силы.  Момент импульса.  Основной закон динамики вращательного движения в случае системы точек и в случае твёрдого тела.  Кинетическая энергия тела при вращательном движении. |
| 16 | Закон сохранения момента импульса.  Сила трения качения.  Понятие о гироскопах.  Понятие о сложном движении твердого тела. |
| 17 | Упругие напряжения и деформации в твердом теле.  Закон Гука.  Модуль Юнга.  Коэффициент Пуассона.  Общие свойства жидкостей и газов. |
| 18 | Стационарное течение идеальной жидкости.  Уравнение непрерывности.  Уравнение Бернулли. |
| 19 | Периодические процессы.  Гармонические колебания.  Маятники.  Уравнение свободных незатухающих механический колебаний и его решение.  Амплитуда, частота и фаза колебаний.  Энергия колебаний. |
| 20 | Уравнение свободных затухающих механический колебаний и его решение.  Характеристики затухающих колебаний.  Примеры колебательных систем в механике и технике. |
| 21 | Волновое движение.  Плоская гармоническая волна.  Понятие о продольных и поперечных волнах.  Длина волны, волновое число, фазовая скорость.  Уравнение волны. |
| 22 | Одномерное волновое уравнение.  Упругие волны в газах жидкостях и твердых телах.  Элементы акустики.  Эффект Доплера. |

**Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика**

|  |  |
| --- | --- |
| **№** | **Содержание вопроса билета** |
| 23 | Идеальный газ.  Температура и внутренняя энергия газа.  Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.  Уравнение состояния идеального газа. |
| 24 | Гипотеза о равнораспределении энергии по степеням свободы.  Барометрическая формула и распределение Больцмана. |
| 25 | Параметры и функции состояния.  Термодинамическое равновесие и температура.  Квазистатические процессы.  Изохорный, изобарный, изотермический процессы.  Первое начало термодинамики.  Изменение внутренней энергии, работа газа. |
| 26 | Теплоемкость  Теплоемкости при постоянном давлении и объеме.  Молярная и удельная теплоемкости.  Уравнение (теорема) Майера.  Адиабатический процесс.  Политропический процесс (процесс с постоянной теплоемкостью).  Диаграммы термодинамических процессов в координатах давление – объем.  Понятие об открытых термодинамических системах, химический потенциал. |
| 27 | Преобразование теплоты в механическую работу.  Обратимые и необратимые процессы.  Тепловые машины и их коэффициент полезного действия.  Примеры тепловых машин.  Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. |
| 28 | Второе начало термодинамики.  Энтропия.  Понятие о статистическом толковании энтропии, формула Больцмана, стрела времени.  Диаграммы термодинамических процессов в координатах температура – энтропия. |
| 29 | Уравнение состояния реального газа.  Взаимодействие между молекулами.  Физическое представление о фазовых переходах.  Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. |
| 30 | Количественные характеристики фазовых переходов (удельная теплота плавления, парообразования, и другие).  Фазовые переходы первого и второго рода, примеры.  Фазовые диаграммы.  Тройная точка. |
| 31 | Понятие о строении жидкости, перескоки и времена оседлой жизни молекул.  Структура твердых тел, аморфные и кристаллические твердые тела. |
| 32 | Кристаллическая решетка.  Зависимость свойств вещества от типа кристаллической решетки.  Понятие о дефектах кристаллической решетки. |

**Примерный перечень задач**

**Раздел 1. Механика**

1. Локомотив, двигаясь со скоростью 36 км/ч, начинает тормозить и до полной остановки за 20 с, проходит расстояние 80 м. Можно ли считать его движение равнозамедленным?

2. Однородная жёсткая спица длиной 1 м и массой 100 г под действием момента сил 0,4 Н⋅м начинает вращаться в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси, проходящей через один из концов спицы. Вычислите угловую скорость спицы через 3 с после начала движения и рассчитайте, чему равно центростремительное ускорение середины спицы в этот момент времени.

3. Шарик массой *m* = 10 г, имеющий скорость *υ* = 20 м/с, налетел на другой, покоящийся шарик массой *M* = 20 г и после абсолютно упругого удара отскочил под прямым углом к первоначальному направлению движения. Какую скорость *u* приобрёл при этом второй шарик?

4. Рессорная пружина вагонной тележки под действием нагрузки в 1 т сжимается на 1 см. Сколько пружин следует установить, чтобы общий коэффициент жёсткости рессор одного вагона оказался равен 1,57×107 Н/м?

5. Какой угол с горизонтом составляет поверхность чая в стакане, стоящем в купе вагона скоростного поезда Москва – Санкт-Петербург, если состав разгоняется за три минуты из состояния покоя до скорости 200 км/ч?

6. Два искусственных спутника летают вокруг некоторой планеты по круговым орбитам. Радиус орбиты спутника, летящего со скоростью 5,5 км/с, составляет 5000 км. Определить скорость второго спутника, у которого радиус орбиты на 200 км больше чем у первого.

7. Найти момент инерции квадратной проволочной рамки со сторонами по 20 см и массой 100 г каждая относительно оси, проходящей через центр рамки параллельно двум из её сторон и перпендикулярно двум другим.

8. Найти отношение моментов импульсов минутной и часовой стрелок настенных часов, считая эти стрелки однородными одинаковыми по толщине стержнями, изготовленными из одного материала. Принять длину часовой стрелки равной двум третям длины минутной стрелки.

9. Через блок (однородный диск массой 2 кг и радиусом 10 см) перекинута невесомая и нерастяжимая нить, к концам которой привязаны грузы с массами 100 г и 300 г. Найти ускорение, с которым движутся грузы, и силы натяжения нити по обе стороны блока. Нить считать невесомой и нерастяжимой; трения на оси блока нет, проскальзывание нити по поверхности блока отсутствует.

10. Тележка массой 100 кг движется по рельсам со скоростью 20 м/с. На неё сверху вертикально падает мешок массой 50 кг. С какой скоростью станет при этом двигаться тележка?

11. Каким должен быть коэффициент трения скольжения между колёсами и рельсами с тем, чтобы при экстренном торможении локомотива, двигавшегося со скоростью 72 км/ч, его тормозной путь не превысил 100 м?

12. Электропоезд при выключенном двигателе съезжает с постоянной скоростью 72 км/ч по прямому участку, уклон которого составляет 10 м на 1 км пути. Какую мощность развивает двигатель этого электропоезда во время подъема на этом же уклоне при движении с той же скоростью? Масса электропоезда 103 т.

13. Материальная точка совершает гармонические колебания с амплитудой, равной 10 см. Запишите уравнение, по которому меняется ускорение точки, если известно, что максимальная скорость точки составляет 20 м/с. В начальный момент времени точка находилась на максимальном удалении от положения равновесия.

14. Математический маятник длиной 5,05 м имеет логарифмический декремент затухания 3. Определите коэффициент затухания системы.

15. На расстоянии 100 м от источника колебаний с амплитудой 2 мм смещение колеблющейся точки в некоторый момент времени равно 1 мм. В это же время смещение точки, которая находится на расстоянии 150 м от источника, оказывается равным нулю. При какой максимальной длине волны это может иметь место?

**Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика**

1. Вычислите давление рабочей смеси, которое установится в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания к концу такта сжатия. В начале процесса давление равно 750 мм. рт. ст.; в процессе сжатия температура газовой смеси повышается от +57 °С до +327 °С, а объём уменьшается с 1,65 л до 333,2 см3. Ответ выразите в единицах СИ. Плотность ртути 13,6 т/м3.

2. Для перевозки по железной дороге этилового спирта используются цистерны, снабжённые клапаном, который автоматически открывается и выпускает в атмосферу пары спирта в том случае, если избыточное давление газа внутри цистерны превысит критическое значение *p*КР = 0,15 МПа. Цистерну частично заполняют спиртом в холодную погоду при температуре *t*1 = –17 °С и атмосферном давлении *p*а = 105 Па, плотно закрывают, а затем отправляют по железной дороге. В пути под действием прямых солнечных лучей температура цистерны и её содержимого повышается до *t*2 = +24°С, возрастает концентрация его паров, в цистерне меняется давление. Считая пары спирта идеальным газом, и полагая, что давление окружающего воздуха осталось тем же, оцените: начнёт ли при этом срабатывать клапан. Известно, что при +24 °С плотность насыщенных паров этилового спирта ρ = 0,11 кг/м3.

3. По газопроводу, предназначенному для нагрева воды автономной системы отопления здания, подаётся газ метан под давлением 5⋅105 Па, имеющий температуру 275 К. Поперечное сечение трубы газопровода 11 см2, за 15 мин через него проходят 28,8 кг газа. Чему равна скорость движения метана по трубе?

4. Газообразный метан охлаждается при неизменном давлении 80 кПа, при этом его объем уменьшается с 3 м3 до 2 м3. Определите: а) изменение внутренней энергии Δ*U* метана; б) работу *A*, совершенную при сжатии газа; в) количество теплоты Δ*Q*, отдаваемой газом.

5. Тепловая машина работает по циклу Карно. Температура нагревателя равна 470 К, температура холодильника составляет +9 °С. На этапе изотермического расширения газ совершает работу 200 кДж. Определите к.п.д. η машины, а также количество теплоты *Q*Х, которое газ отдает холодильнику за один цикл.

6. Система переводится из одного состояния в другое, термодинамическая вероятность состояния в *е* раз выше. Вычислите, чему равно изменение энтропии системы в этом процессе.

**Семестр 2**

При проведение промежуточной аттестации обучающемуся предлагается дать ответ на 2 вопроса и решить одну задачу из нижеприведенных списков.

**Примерный перечень вопросов**

**Раздел 3. Электромагнитное поле**

| **№** | **Содержание вопроса билета** |
| --- | --- |
| 1 | Закон Кулона.  Напряженность электростатического поля.  Силовые линии.  Принцип суперпозиции. |
| 2 | Работа по перемещению заряда, потенциальная энергия поля.  Потенциал электрического поля.  Электрическое поле диполя.  Диполь во внешнем электрическом поле. |
| 3 | Теорема о циркуляции напряжённости электрического поля.  Связь напряжённости и потенциала.  Эквипотенциальные поверхности. |
| 4 | Поток векторного поля и его физический смысл.  Теорема Гаусса в интегральной форме.  Применение теоремы Гаусса для расчета напряженностей электрических полей. |
| 5 | Поляризация диэлектриков, механизмы поляризации.  Вектор электрического смещения (индукция электрического поля).  Теорема Гаусса для электростатического поля в диэлектрике. |
| 6 | Диэлектрическая проницаемость вещества.  Электрическое поле в однородном диэлектрике.  Понятие об электретах и сегнетоэлектриках.  Понятие о пьезоэффекте. |
| 7 | Проводники в электрическом поле.  Электроёмкость проводников и конденсаторов.  Электроемкость при параллельном и последовательном соединениях конденсаторов. |
| 8 | Энергия заряженного проводника, конденсатора.  Энергия электрического поля.  Объемная плотность энергии электрического поля. |
| 9 | Сила тока, плотность тока.  Уравнение непрерывности для плотности тока.  Закон Ома в интегральной форме для однородного участка цепи.  Электрическое сопротивление.  Закон Ома в дифференциальной форме.  Закон Ома для неоднородного участка цепи. |
| 10 | Закон Джоуля-Ленца.  Электродвижущая сила источника тока.  Правила соединения элементов электрической цепи (сопротивления, источники тока).  Правила Кирхгофа. |
| 11 | Источники магнитного поля.  Магнитный момент кругового тока.  Вектор магнитной индукции.  Принцип суперпозиции.  Силовые линии магнитного поля.  Закон Био-Савара-Лапласа.  Магнитное поле прямого тока, магнитное поле в центре кругового тока.  Магнитное поле движущегося заряда. |
| 12 | Закон Ампера.  Сила взаимодействия двух прямых параллельных проводников.  Сила Лоренца.  Движение заряженных частиц в магнитном поле.  Ускорители заряженных частиц. |
| 13 | Теорема о циркуляции вектора магнитной индукции.  Примеры применения теоремы.  Вихревой характер магнитных полей. |
| 14 | Магнитный поток.  Теорема Гаусса для магнитного поля.  Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. |
| 15 | Эффект Холла.  Намагничение магнетиков.  Напряженность магнитного поля. |
| 16 | Магнитная проницаемость.  Классификация магнетиков.  Ферромагнетизм. |
| 17 | Явление электромагнитной индукции, закон Фарадея.  Правило Ленца.  Вихревые токи (токи Фуко).  Самоиндукция.  Закон Фарадея для самоиндукции.  Индуктивность соленоида. |
| 18 | Экстратоки самоиндукции при замыкании и размыкании цепи.  Явление взаимной индукции, трансформатор.  Энергия магнитного поля.  Ток смещения.  Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл входящих в нее уравнений. |
| 19 | Свободные и затухающие колебания в электрическом колебательном контуре.  Уравнение вынужденных колебаний в электрическом колебательном контуре и его решение. |
| 20 | Резонанс по току и напряжению.  Понятие о сложении колебаний (биения, фигуры Лиссажу).  Переменный ток. |

**Раздел 4. Оптика**

| **№** | **Содержание вопроса билета** |
| --- | --- |
| 21 | Электромагнитные волны как следствия из уравнений Максвелла.  Опыты Герца.  Шкала электромагнитных волн.  Скорость, энергия, интенсивность электромагнитной волны. |
| 22 | Плотность потока энергии электромагнитной волны, вектор Умова-Пойнтинга.  Элементы геометрической оптики.  Полное внутреннее отражение. |
| 23 | Когерентность волн.  Интерференция волн.  Стоячие волны.  Интерференция света. |
| 24 | Схемы получения интерференционной картины (метод Юнга, зеркала Френеля, бипризма Френеля).  Интерференция в тонких пленках и в клине.  Кольца Ньютона.  Интерферометры, применение интерференции. |
| 25 | Понятие о дифракции электромагнитных волн.  Принцип Гюйгенса-Френеля. |
| 26 | Метод зон Френеля.  Дифракция Френеля на простейших преградах.  Зонная пластинка. |
| 27 | Дифракция Фраунгофера на одной и двух щелях.  Дифракционная решетка. |
| 28 | Представление о голографии.  Дифракция рентгеновских лучей на кристаллической решётке, условие Вульфа-Брэгга. |
| 29 | Поляризация, форма и степень поляризации монохроматических волн.  Получение и анализ линейно-поляризованного света, поляроиды.  Закон Брюстера. |
| 30 | Закон Малюса.  Двулучепреломление в кристаллах (оптическая анизотропия).  Примеры применения поляризации в науке и технике. |
| 31 | Дисперсия света.  Электронная теория дисперсии света.  Фазовая и групповая скорости волн.  Поглощение и рассеяние света. |
| 32 | Закон Бугера-Ламберта.  Закон Рэлея.  Элементы теории оптических инструментов. |

**Примерный перечень задач**

**Раздел 3. Электромагнитное поле**

1. Расстояние между центрами двух маленьких шариков, имеющих заряды +96 нКл и +64 нКл, равно 2 см. С каким ускорение начнёт двигаться электрон, если его поместить в точку, находящуюся посередине между центрами шариков?
2. Алюминиевый шарик (плотность 2,6 т/м3), имеющий заряд +100 нКл, погружён в сосуд с маслом (плотность 0,9 т/м3), в котором создано электростатическое поле, силовые линии которого направлены вертикально вверх. Вычислите значение напряжённости этого поля, если известно, что шарик плавает в масле, не погружаясь и не всплывая. Радиус шарика равен 2,9 мм.
3. Шарик массой 40 мг, имеющий заряд +0,1 мкКл, движется со скоростью 1 м/с по направлению к закреплённому точечному заряду +0,2 мкКл. На какое минимальное расстояние шарик сможет приблизиться к этому заряду?
4. В плоском воздушном конденсаторе с вертикально установленными пластинами на невесомой непроводящей нити подвешен заряженный шарик массой 0,2 г. Электроёмкость конденсатора равна 62,8 пФ, площадь каждой из обкладок 900 см2. На пластины подается напряжение 1000 В, при этом нить с шариком отклоняется от вертикали на угол 2,3°. Чему равен заряд шарика?
5. Два конденсатора, электроёмкости которых равны 2 мкФ и 3 мкФ, поочередно зарядили от источника напряжения 30 В, после чего разноимённо заряженные обкладки попарно соединили. Чему при этом окажется равной итоговая разность потенциалов на обкладках?
6. При соединении разноименными обкладками двух конденсаторов с электроёмкостями 10 мкФ и 40 мкФ выделилась энергия 1 Дж. Оба конденсатора до соединения были подзаряжены от одного и того же устройства. Какое напряжение создавало на выходе это устройство?
7. Для создания линии электропередачи можно использовать медный провод, а можно – алюминиевый. Какого провода потребуется меньше (электрическое сопротивление в обоих случаях должно быть одинаково)? Удельное сопротивление меди равно 0,017⋅10−6 Ом⋅м, алюминия – 0,028⋅10−6 Ом⋅м; плотность меди равна 8,9⋅103 кг/м3, алюминия – 2,7⋅103 кг/м3.
8. К батарее с ЭДС 25,4 В подключён резистор. Если в эту цепь включить миллиамперметр с внутренним сопротивлением 51 Ом, он покажет, что в цепи идёт ток 100 мА. Если без миллиамперметра измерить напряжение на резисторе вольтметром с внутренним сопротивлением 3000 Ом, вольтметр покажет напряжение 25 В. Чему равно сопротивление резистора?
9. Во сколько раз нужно повысить напряжение на выходных шинах тяговой подстанции с тем, чтобы потери электрической энергии в контактной сети (при той же отдаваемой мощности) уменьшились в 4 раза?
10. При каком значении силы тока в проводе контактной сети на расстоянии 10 м от этого провода индукция создаваемого им магнитного поля превысит а) среднее значение индукции магнитного поля Земли (0,06 мТл); б) рекомендованный Международным агентством по исследованию рака безопасный уровень 200 мТл (для полей частотой 50 Гц)?
11. Два контактных повода железной дороги подвешены параллельно на расстоянии 5 м друг от друга. По проводам идёт постоянный ток 3 кА и 2 кА. Вычислите силу магнитного взаимодействия проводов в расчёте на каждые 10 м их длины.
12. В электронно-лучевой трубке осциллографа для вертикального отклонения электронного пучка в области протяжённостью *l* = 20 мм создаётся однородное магнитное поле индукцией *B* = 0,004 Тл. Электроны, вылетевшие из катода, движутся перпендикулярно линиям индукции, пройдя перед этим ускоряющую разность потенциалов *U* = 10 кВ. На какое расстояние *x* от начального направления распространения сместится электронный луч в магнитном поле?
13. Четыре однородных и изотропных цилиндра, изготовленных из диамагнитных и парамагнитных материалов, помещены в магнитное поле напряжённостью 1000 кА/м так, что их оси параллельны линиям магнитной индукции этого поля. При этом оказалось, что внутри первого цилиндра индукция *В*1 = 1,2570 Тл, внутри второго *В*2 = 1,2568 Тл, в третьем образце *В*3 = 1,2566 Тл, в четвёртом *В*4 = 1,2567 Тл. Какие из цилиндров изготовлены из диамагнетиков, а какие – из парамагнетиков?
14. Для измерения скорости поезда параллельно идущие рельсы железнодорожного полотна соединили друг с другом через микроамперметр с сопротивлением 100 Ом. При приближении поезда прибор зафиксировал протекание тока силой 7,6 мкА. Учитывая, что величина вертикальной составляющей магнитного поля Земли в районе Москвы составляет примерно 30 мкТл, вычислите скорость поезда. Ширина железнодорожной колеи равна 1520 мм.
15. Две катушки, не содержащие сердечников, расположены поблизости друг от друга. При равномерном спаде силы тока в первой катушке за 2 с от 1,0 А до 0,6 А во второй возникает ЭДС индукции 4 В. Какая ЭДС индукции возникнет в первой катушке, если сила тока во второй равномерно возрастёт за 4 с от 0,5 А до 1,0 А?
16. Во сколько раз должна была бы увеличиться масса двух электронов с тем, чтобы сила их электростатического отталкивания в вакууме была скомпенсирована силой гравитационного притяжения?
17. Два одинаковых шарика массой по 1 *г* подвешены в одной точке на нитях длиной 0,4 м. Один из шариков заряжают и дают ему возможность соприкоснуться с другим, после чего шарики начинают отталкиваться, причём угол между нитями в итоге становится равен 90°. Какой заряд был сообщён первому шарику?
18. Электрон, пролетающий над горизонтально расположенной равномерно заряженной плоскостью параллельно этой плоскости, за 2,5 нс смещается по вертикали на 3 мм. Чему равна поверхностная плотность заряда?
19. Между двумя вертикально расположенными и равномерно заряженными плоскостями с поверхностной плотностью заряда +8,85 и −17,7  на тонкой непроводящей нити подвешен маленький заряженный шарик массой 153 г и зарядом +1 мкКл. На какой угол от вертикали отклонится нить с шариком?
20. В некоторой точке однородного электрического поля электрон имел скорость 30 . Пройдя вдоль силовой линии 5 мм, он приобрёл скорость 80 . Найти: а) напряженность электрического поля; б) разность потенциалов между точками поля, в которых он имел эти значения скорости.
21. Зависимость потенциала электростатического поля от координат *х*, *y* и *z* (система координат – декартова, прямоугольная) имеет вид: ϕ = (2*х* + *y2* + *z*3) В. Найти модуль вектора напряжённости электрического поля в точке, имеющей координаты *х1* = 2 м, *y1* = 3 м, и *z1* = 1 м.
22. Двадцать семь одинаковых заряженных водяных капелек сливаются в одну общую каплю. Во сколько раз потенциал получившейся большой капли отличается от потенциала каждой из маленьких капель?
23. Плоский воздушный конденсатор зарядили от аккумулятора, после чего отсоединили от сети. Затем внутрь конденсатора параллельно его обкладкам (не касаясь их) ввели плоско-параллельную пластину, толщина которой вдвое меньше зазора между обкладками, а ширина и высота достаточны, чтобы полностью перекрыть пространство от одной обкладки до другой. Как изменятся напряжение и заряд на конденсаторе: а) в случае, если пластина – металлическая; б) если пластина изготовлена из материала с диэлектрической проницаемостью, равной 3?
24. Провод длиной 98 м разрезали на несколько одинаковых кусков и сделали из этих кусков один многожильный кабель. Электрическое сопротивление этого кабеля оказалось в 49 раз меньше, чем у исходного провода. Чему равна длина получившегося кабеля?
25. Для создания линии электропередачи можно использовать медный провод, а можно – алюминиевый. Какого провода потребуется меньше (электрическое сопротивление в обоих случаях должно быть одинаково)? Удельное сопротивление меди: 0,017⋅10−6 Ом⋅м, удельное сопротивление алюминия: 0,028⋅10−6 Ом⋅м; плотность меди: 8,9⋅103, плотность алюминия: 2,7⋅103  . Площади поперечных сечений проводов считать одинаковыми.
26. На концах проводника с сопротивлением 100 Ом создаётся разность потенциалов, которая за 20 с равномерно увеличивается от нулевого значения до 60 В. Какой заряд пройдёт по проводнику за время с четвёртой по шестнадцатую секунду включительно? Какое количество теплоты выделится при этом в проводнике?
27. Вычислите индукцию магнитного поля, в котором протон движется по окружности радиусом 1,82 м со скоростью 2,4⋅106 .
28. Траекторией движения электрона в однородном магнитном поле является винтовая линия с шагом 20 см и радиусом 5 см. Индукция магнитного поля 100 мкТл. Определите скорость движения электрона.
29. Рамку в виде равностороннего треугольника со стороной 0,2 м из проволоки с общим сопротивлением 100 Ом, помещенную перпендикулярно магнитному полю с индукцией 0,1 Тл, преобразовали в окружность, не меняя ее расположения.
30. Проволочная прямоугольная рамка площадью 500 см, состоящая из 400 витков, равномерно вращается в магнитном поле вокруг оси, проходящей через середины двух противоположных сторон. Ось вращения перпендикулярна вектору индукции магнитного поля. При угловой скорости вращения 3  максимальная э.д.с., наводимая в рамке, равна 300 В. Определите величину индукции магнитного поля.

**Раздел 4. Оптика**

1. Оптическая разность хода двух интерферирующих волн с одинаковой начальной фазой равна 0,5. Покажите, что колебания в этих волнах проходят в противофазе.
2. Во сколько раз увеличится расстояние между соседними интерференционными полосами на экране в опыте Юнга, если оранжевый светофильтр заменить синим? Длина волны оранжевого света 630 нм, длина волны синего света 420 нм.
3. Найдите оптическую разность хода двух монохроматических лучей, если первый прошёл сквозь пластину из стекла с показателем преломления 1,6, а второй - сквозь воду (показатель преломления 1,33). Толщины стеклянной пластины и водной среды одинаковы и равны 20 мм. Какой разности фаз соответствует эта разность хода при длине световой волны 540 нм?
4. Белый свет падает на тонкую плёнку толщиной 0,2 мкм с показателем преломления 1,7. Какие длины волн видимого диапазона ослабляются в отражённом свете?
5. Каков показатель преломления вещества, из которого состоит тонкая плёнка, если при толщине плёнки 0,4 мкм сквозь неё лучше всего проходит свет с длиной волны 600 нм? Угол преломления луча, входящего в плёнку, равен 60.
6. Расстояние от диафрагмы до экрана, на котором ведётся наблюдение дифракции, равно 1 м, расстояние от точечного источника света до диафрагмы тоже 1 м. Диаметр диафрагмы 4 мм. Сколько зон Френеля оказываются открытыми? Длина волны дифрагирующего света 500 нм.
7. Диаметр четвёртой зоны Френеля для плоской волны 10мм. На какую величину отличаются радиусы первой и девятой зон Френеля? Использовать количественные данные предыдущей задачи.
8. Во сколько раз надо увеличить ширину щели с тем, чтобы в том месте, где раньше наблюдался максимум второго порядка, можно было наблюдать максимум четвёртого порядка? Свет падает на щель нормально.
9. На дифракционную решетку нормально ей падает пучок света; на экране, расположенном за решеткой наблюдается дифракционная картина. Как изменится эта картина, если окажется, что ширины прозрачных и непрозрачных полос одинаковы?
10. Сколько штрихов содержит решетка шириной 3 см, если известно, что дифракционный максимум второго порядка для света с длиной волны 600 нм наблюдается под углом 30? Свет падает на решётку нормально.
11. Показать ход луча белого света, проходящего через плоскопараллельную пластинку, призму. Ответ обосновать.
12. Определите угол полной поляризации и угол полного внутреннего отражения для света, падающего на границу раздела двух сред, показатели преломления которых равны 1,4 и 1,6 соответственно. Рассмотрите случаи прохождения луча сквозь границу как в одном, так и в противоположном направлениях.
13. На систему из двух поляроидов падает естественный свет. Чему равен угол между плоскостями поляризации этих поляроидов, если интенсивность прошедшего света уменьшилась в 8 раз? Потерями на отражение и рассеяние света пренебречь.
14. На сколько процентов уменьшается интенсивность естественного света после прохождения сквозь поляризатор, если известно, что потери света на отражение составляют 10%?
15. Во сколько раз уменьшится интенсивность прошедшего оптическую систему луча монохроматического естественного света, если луч проходит в этой системе два поляроида, угол между плоскостями поляризации которых равен 45, а коэффициенты рассеяния света в них равны 0,2 и 0,6 соответственно?
16. Оптическая разность хода двух когерентных интерферирующих в одной среде волн с одинаковыми начальными фазами равна . Покажите, что колебания в этих волнах проходят в противофазе. Нарисуйте волны: 1) для начальных фаз, равных нулю; 2) одинаковых начальных фаз, не равных нулю. Амплитуды волн не равны.
17. Радиус кривизны линзы равен 1,0 м. Какой должна быть длина волны падающего света, чтобы пятое светлое кольцо при наблюдении в отражённом свете имело диаметр 3 мм? Между нижней поверхностью линзы и подложкой – воздух.
18. В установке для получения колец Ньютона на воздухе наблюдение ведётся в проходящем свете. Радиусы двух соседних светлых колец равны 3,30 мм и 3,81 мм. Радиус кривизны линзы 6,4 м. Найдите порядковые номера колец и длину волны падающего света.
19. Наблюдение колец Ньютона ведётся в отражённом свете. Найдите отношение радиусов пятого и седьмого светлых колец. Между нижней поверхностью линзы и подложкой – воздух.
20. Постройте график зависимости угла, под которым будет наблюдаться второй минимум дифракционной картины на щели шириной 0,2 мм, от длины волны падающего на решетку света.
21. Расстояние между двумя ближайшими минимумами, расположенными справа и слева от центрального максимума при дифракции на щели равно 0,6 мм. Какова ширина щели, если изображение наблюдается в монохроматическом свете с длиной волны 600 нм. Свет падает на плоскость щели нормально, а экран расположен на расстоянии 1 м от плоскости щели?
22. Найдите, чему равно наибольшее количество максимумов для линий электромагнитных волн видимого диапазона в дифракционной решётке с периодом 1,68 мкм.
23. Интенсивность света, прошедшего через пластмассовую пластину, уменьшилась вдвое. Найдите толщину пластины, если известно, что показатель поглощения материала пластины равен 34,6 м-1.
24. Свет последовательно проходит две среды с показателями поглощения 0,2 м-1 и 0,3 м-1 соответственно. Путь, пройденный светом и в той и в другой сре-де, одинаков и равен 0,6 м. Во сколько раз уменьшается интенсивность света?
25. При прохождении среды толщиной 0,5 м интенсивность уменьшилась вдвое. Какой толщины должна быть эта же среда, чтобы интенсивность уменьшилась в три раза?
26. Свет входит в стеклянную плоскопараллельную пластину толщиной *d*=10 см и, отражаясь несколько раз от её граней, выходит наружу (см. рисунок). Во сколько раз интенсивность света на выходе из пластины оказывается меньше интенсивности падающего света? Угол α=60°, показатель преломления среды равен 1,6; показатель поглощения среды равен 0,18 м-1.

α

*d*

1. В какой цвет будут окрашены отражённые лучи, падающие нормально на тонкую плёнку толщиной 0,2 мкм, покрывающую объектив теодолита, если показатель вещества плёнки равен 1,5?
2. Какой максимальной толщины должна быть пленка дизельного топлива (показатель преломления 1,5), чтобы её еще не было видно на поверхности воды (показатель преломления 1,33)?
3. **.** На расстоянии 50 см от дифракционной решётки параллельно ей расположен квадратный экран 1 м × 1 м, стороны которого равноудалены от решетки. На решетку нормально падает свет с длиной волны 585 нм. Постоянная решетки равна 4 мкм. Сколько дифракционных максимумов будет наблюдаться на экране?
4. На плоскопараллельную пластину перпендикулярно её поверхности падают два луча света одинаковой интенсивности, но с разными длинами волн. Показатель поглощения вещества, из которого изготовлена пластина, на одной длине волны равен 25 м −1, а на другой равен 15 м −1. На выходе из пластины отношение интенсивностей лучей оказывается равным 9. Вычислите толщину пластины. Отражением света пренебречь.

**Семестр 3**

При проведение промежуточной аттестации обучающемуся предлагается дать ответ на 2 вопроса и решить одну задачу из нижеприведенных списков.

**Примерный перечень вопросов**

**Раздел 5. Квантовая и статистическая физика**

| **№** | **Содержание вопроса билета** |
| --- | --- |
| 1 | Парадоксы классической физики.  Внешний фотоэффект.  Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. |
| 2 | Импульс фотона.  Эффект Комптона.  Давление света, опыты Лебедева. |
| 3 | Опыты Дэвиссона и Джермера.  Гипотеза де Бройля.  Дифракция микрочастиц.  Принцип неопределенности Гейзенберга. |
| 4 | Волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять.  Уравнение Шредингера.  Уравнение Шредингера для стационарных состояний.  Движение свободной микрочастицы. |
| 5 | Квантовая частица в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме.  Одномерный потенциальный порог и барьер. |
| 6 | Туннельный эффект.  Квантовый гармонический осциллятор. |
| 7 | Эмпирические закономерности в атомных спектрах.  Формула Бальмера.  Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. |
| 8 | Теория атома водорода по Бору.  Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода.  Уровни энергии водородоподобного атома. |
| 9 | Операторы физических величин.  Волновые функции и квантовые числа.  Правила отбора для квантовых переходов. |
| 10 | Опыт Штерна и Герлаха, гипотеза о спине.  Собственный момент импульса электрона.  Принцип Паули.  Принцип построения периодической таблица элементов. |
| 11 | Подход статистической физики.  Микросостояния и макросостояния.  Вырожденный и невырожденный газ, условие вырождения. |
| 12 | Классический невырожденный газ.  Распределение Максвелла по скоростям и энергиям.  Следствия из распределения Максвелла. |
| 13 | Элементы квантовой статистики: фермионы, бозоны.  Симметричные и антисимметричные волновые функции.  Функция распределения Ферми-Дирака.  Энергия Ферми. |
| 14 | Функция распределения Бозе-Эйнштейна;.  Предельный переход квантовых распределений в классические. |
| 15 | Тепловое излучение.  Вывод законов теплового излучения на основе распределения Бозе-Эйнштейна. |
| 16 | Формула Планка и следствия из нее.  Закон Стефана-Больцмана. |
| 17 | Зонная теория твёрдых тел.  Металлы, диэлектрики, полупроводники.  Квантовая теория металлов, электрические свойства твёрдых тел. |
| 18 | Зависимость концентрации носителей заряда в металлах от температуры.  Сверхпроводимость. |
| 19 | Собственная проводимость полупроводников, электроны и дырки.  Примесная проводимость полупроводников.  Эффект Холла в полупроводниках.  Зависимость концентрации носителей заряда в полупроводниках от температуры. |
| 20 | Работа выхода, контактная разность потенциалов.  Термоэлектрические явления.  Контактные явления в полупроводниках.  Полупроводниковые приборы. |
| 21 | Эффект Штарка.  Эффект Зеемана. |
| 22 | Фотопроводимость.  Люминесценция твёрдых тел.  Светодиоды, фоторезисторы, фотоэлементы, солнечные батареи. |
| 23 | Спонтанное и индуцированное излучение.  Инверсная населенность.  Уравнения Эйнштейна для двухуровневой системы. |
| 24 | Особенности лазерного излучения.  Основные типы лазеров и их применение.  Оптические волноводы и оптическое волокно. |

**Раздел 6. Физика атомного ядра и элементарных частиц**

| **№** | **Содержание вопроса билета** |
| --- | --- |
| 25 | Состав атомного ядра.  Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов.  Изотопы, изобары, изотоны. |
| 26 | Модели атомного ядра.  Радиоактивность.  Виды и законы радиоактивного излучения. |
| 27 | Ядерные реакции: реакция ядреного деления, цепная ядерная реакция.  Законы сохранения в ядерных реакциях. |
| 28 | Деление ядер.  Реакция синтеза атомных ядер и термоядерная реакция.  Физические основы ядерной энергетики. |
| 29 | Основные классы элементарных частиц.  Частицы и античастицы.  Кварки, лептоны, частицы – переносчики взаимодействий. |
| 30 | Виды фундаментальных взаимодействий.  Теории взаимосвязи фундаментальных взаимодействий. |
| 31 | Источники энергии звезд: протонный цикл Бете и другие ядерные реакции в звездах.  Эволюция звезд. |
| 32 | Черные дыры.  Эволюция Вселенной, темная материя и темная энергия во Вселенной. |

**Примерный перечень задач**

**Раздел 5. Квантовая и статистическая физика**

1. Определите энергетическую светимость крыши и боковой части железнодорожного вагона под воздействием потока солнечного излучения плотностью 0,8 кВт/м2. Крышу вагона считать черным телом, а боковую часть – серым с поглощательной способностью 0,6. Рассмотреть случаи: 1) Солнце находится сбоку от вагона, высота Солнца над горизонтом 30°; 2) Солнце находится в зените.

2. Красная граница фотоэффекта для металла 6,2∙10-5 см. Найдите величину запирающего напряжения при освещении металла светом с длиной волны 365 нм.

3. Сколько фотонов испускает за 1 с инфракрасный (длина волны 1,324 нм) лазер системы охранной сигнализации мощностью 12 Вт?

4.Какую дополнительно энергию необходимо сообщить электрону, чтобы уменьшить его длину волны де Бройля со 100 нм до 50 нм?

5. Согласно теории Бора электрон в атоме водорода может вращаться вокруг ядра по круговой орбите с наименьшим радиусом 5,29⋅10–11 м. Чему равна длина волны де Бройля такого электрона?

6. Известно, что свободный электрон в некоторый момент времени находится в области пространства, которую можно представить в виде шара диаметром 0,1 нм. Чему будет равна неопределённость его координаты спустя 1 с?

7. Микрочастица массой 1,67⋅10–27 кг находится в первом возбуждённом состоянии в одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной 1 нм с бесконечно высокими стенками. Какую работу надо совершить с тем, чтобы «сжать» яму в 3 раза? Ответ выразите в электронвольтах.

8. Во сколько раз вероятность обнаружения микрочастицы в невозбужденном состоянии в первой половине одномерной прямоугольной потенциальной ямы с бесконечно высокими стенками отличается от вероятности обнаружения там же этой же частицы, но находящейся в первом возбужденном состоянии?

9. Имеются два прямоугольных потенциальных барьера высотой 6 эВ и 3 эВ и шириной 0,1 нм и 0,2 нм соответственно. Какую энергию следует сообщить микрочастице, чтобы вероятность прохождения её через оба барьера оказалась одинаковой?

10. Определите ширину бесконечно глубокой одномерной потенциальной ямы, если известно, что длина волны излучения, полученного при переходе электрона в этой яме со второго возбуждённого состояния на первое возбуждённое, равна длине волны излучения атома водорода при переходе электрона со второго возбуждённого состояния на первое возбуждённое.

11. Вычислите значения наименьших углов, которые может образовывать вектор орбитального момента импульса электрона с направлением линий индукции внешнего магнитного поля. Электрон в атоме находится: а) в *p*- состоянии; б) в *d*- состоянии; в) в *f*- состоянии.

12. В последней оболочке невозбуждённого атома состояния электрона определяются пятью значениями магнитного квантового числа. Сколько электронов в принципе могло бы разместиться на всех оболочках этого атома с первой по последнюю включительно?

13. Считая Солнце источником теплового излучения – абсолютно чёрным телом, оцените, на сколько процентов меняется мощность излучения, которое достигает Земли при изменении температуры на поверхности Солнца с 5950 К до 6050 К.

14. При остывании крыши электровоза в ночное время ее энергетическая светимость уменьшилась в 1,4 раза. До какой температуры была нагрета крыша днем, если ее окончательная температура составила 12°*С*? Крышу считать серым телом.

15. Абсолютно черное тело имеет максимум в спектре излучения при длине волны 540 нм. Определите его температуру и энергетическую светимость.

16. Из смотрового окна печи площадью 10 см2 излучается поток энергии 6 . Определите температуру печи. Поглощательная способность равна 0,8.

17. Определите, во сколько раз нужно изменить температуру абсолютно черного тела, чтобы максимум спектральной плотности его энергетической светимости сместился в инфракрасную сторону на 1 мкм. Начальную температуру принять равной 3000 К.

18. В автоматических системах контроля применяются вакуумные фотоэлементы с различными фотокатодами. При освещении подобного фотоэлемента фиолетовым светом с длиной волны 0,40 мкм фототок наблюдался при запирающем напряжении 2,0 В. Чему равно запирающее напряжение при освещении того же фотоэлемента красным светом с длиной волны 0,7 мкм?

19. При каком наименьшем напряжении полностью задерживаются электроны, вырванные из цинкового катода вакуумного фотоэлемента при освещении его ультрафиолетовым светом с длиной волны 229 нм? Работа выхода с поверхности цинка 4,0 эВ.

20. Будет ли наблюдаться фотоэффект при облучении вольфрамовой нити излучением с длиной волны 312 нм? – для вольфрама.

21. Рентгеновское излучение длиной волны λ=55,8 пм рассеивается плиткой графита (комптон-эффект). Определить длину волны λ' света, рассеянного под углом θ=60° к направлению падающего пучка света.

22. Определить угол θ рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны Δλ при рассеянии равно 3,62 пм.

23. Фотон с энергией *E*ф=0,4 МэВ рассеялся под углом θ=90° на свободном электроне. Определить энергию *E*’ рассеянного фотона и кинетическую энергию *E*кинэлектрона отдачи.

24. Микрочастица, электрический заряд которой равен по модулю заряду электрона, проходит ускоряющую разность потенциалов 16,7 В, в результате чего её длина волны де Бройля оказывается равной 7 пм. Что это может быть за частица?

25. Электрон с длиной волны де Бройля, равной 0,2 нм, преодолевает энергетический барьер, соответствующий затормаживающей разности потенциалов 13,6 В. Определите длину волны де Бройля электрона после торможения. Ответ привести в нм.

26. Определите длину волны де Бройля для атомов гелия, имеющих среднеквадратичную скорость, соответствующую температуре +17°С.

27. Оцените, во сколько раз длина волны де Бройля микрочастицы отличается от неопределенности ее координаты, которая соответствует относительная неопределенность импульса в 20 %?

28. Энергия покоя микрочастицы массой , находящейся в области пространства размером 1,7 ⋅10−6 м, равна 191 эВ. Чему равно минимальное значение кинетической энергии микрочастицы? Ответ выразите в электрон-вольтах.

29. Время жизни свободного нейтрона составляет в среднем 15 минут (спустя это время он распадается на протон, электрон и электронное антинейтрино). С какой точностью может быть определена энергия такого нейтрона? Ответ выразите в электрон-вольтах.

30. Среднее время жизни атома в возбужденном состоянии равно 10−8 с. При переходе атома в основное состояние испускается квант света с длиной волны λ = 600 нм. Оцените: а) ширину Δλ спектральной линии (неопределённость в длине волны кванта) и б) её относительную ширину Δλ/λ.

31. При переходе атома из возбуждённого состояния в основное испускаются кванты света в интервале длин волн от 658 нм до 660 нм. Оцените величину времени жизни атома в возбуждённом состоянии.

32. Микрочастица, находящаяся в прямоугольной одномерной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками, может перейти с уровня под номером *n* на один уровень выше или на один уровень ниже. При этом оказывается, что для первого из этих переходов требуется в 1,4 раза большая энергия, чем выделяется при втором переходе. Чему равно значение *n*, при котором возможна такая ситуация?

33. Имеются две прямоугольных одномерных потенциальных ямы с бесконечно высокими стенками разной ширины. В результате поглощения фотона микрочастица, находящаяся в первой яме, переходит из основного состояния в первое возбуждённое. В результате поглощения такого же фотона та же микрочастица, находящаяся во второй яме, переходит из основного состояния во второе возбуждённое. Во сколько раз ширина первой ямы отличается от ширины второй ямы?

34. Чему равна вероятность обнаружения микрочастицы в средней трети одномерной прямоугольной потенциальной ямы с абсолютно непроницаемыми стенками? Частица находится во втором возбуждённом состоянии.

35. Электрон с энергией 16 эВ падает на прямоугольный потенциальный барьер бесконечной ширины высотой 7 эВ. Чему равны вероятности отражения электрона от барьера и прохождения сквозь барьер? Как изменится ответ, если вместо электрона в задаче будет идти речь о протоне?

36. Определите возможные значения орбитальных моментов импульса *L* электрона, находящегося в атоме водорода в состоянии с энергией *Е* = –0,54 эВ. Какой при этом минимальный угол αmin может образовывать орбитальный магнитный момент электрона с направлением линий индукции внешнего магнитного поля?

**Раздел 6. Физика атомного ядра и элементарных частиц**

1. Для получения изотопов , используемых в качестве ядерного топлива, используются «сырьевые» ядра, которые подвергают облучению нейтронами. Вследствие захвата нейтрона ядром «сырья» рождается новое ядро, которое является неустойчивым и распадается, испуская β−-частицу. Возникающее при этом ядро также неустойчиво и тоже распадается, испуская β−-частицу, после чего и рождается изотоп . Какие изотопы используются в качестве «сырьевых»?

2. За три года начальное количество ядер радиоактивного изотопа уменьшилось в 64 раза. Определите, во сколько раз оно уменьшилось за 1 год.

3. Энергия связи ядра атома гелия  равна 28,4 МэВ. Найти массу нейтрального атома гелия. Масса покоя протона равна 1,67265×10–27 кг, масса покоя нейтрона 1,67495×10–27 кг; масса покоя электрона 9,1×10–31 кг.

4. Сколько нейтронов и сколько протонов находится в 1 г воды?

5**.** Суммарная масса нейтронов в ядре нейтрального атома в 1,8 раза меньше суммарной массы всех нуклонов в ядре. Чётное или нечётное число электронов содержит атом? В расчётах принять *m*p ≈ *m*n, где *m*p и *m*n – массы протона и нейтрона соответственно.

6. Для получения изотопов , используемых в качестве ядерного топлива, используются «сырьевые» ядра, которые подвергают облучению нейтронами. Вследствие захвата нейтрона ядром «сырья» рождается новое ядро, которое является неустойчивым и распадается, испуская β−-частицу. Возникающее при этом ядро также неустойчиво и тоже распадается, испуская β−-частицу, после чего и рождается изотоп . Какие изотопы используются в качестве «сырьевых»?

7. После ряда радиоактивных превращений из изотопов тория  образуются ядра свинца . Сколько α- и β−-распадов при этом происходит?

8.В ядерной реакции выделяется энергия 3,27 МэВ. Определите массу ядра , если масса ядра равна ; масса нейтрона равна 1,674927·10-27кг.

9. Тепло, выделяющееся в ходе ядерной реакции на электростанции, идёт на нагрев пара, который, приводит в действие турбину, вращающую ротор генератора электрической энергии. Определите к.п.д. ядерного блока, если за сутки реактор расходует 0,54 кг урана при вырабатываемой электрической мощности 200 МВт. Деление одного ядра урана сопровождается выделением энергии в 200 МэВ.

10. За три года начальное количество ядер радиоактивного изотопа уменьшилось в 64 раза. Определите, во сколько раз оно уменьшилось за 1 год.

11. Период полураспада некоторого радиоактивного изотопа равен 10 мин. Определите, за какое время распадается 65% от начального количества атомов этого элемента.

12**.** В светящийся состав для циферблата часов добавлен изотоп прометия , испытывающего β-распад с периодом полураспада 2,5 года. Испускаемые при распаде электроны возбуждают люминофор, который начинает излучать свет; яркость свечения пропорциональна числу таких электронов. Вычислите, за какое время яркость люминесценции светящегося состава уменьшается в три раза.

13. Запишите формулы электронных конфигураций для находящихся в основном состоянии атомов следующих элементов:

а) ; б) ; в) ; г)  д) ; е) ; ж) .

14. Во сколько раз максимально возможное число *d*- электронов в *M*- оболочке (для неё *n* = 3) больше числа *p*- электронов?

15. *N*- оболочка (*n* = 4) заполнена полностью. На какую величину число *f*- электронов в ней больше числа *d*- электронов?

16. Какие значения квантовых чисел *l*, *m* и *s* соответствуют электронному состоянию с *n* = 3? Сколько всего электронов в атоме может характеризоваться главным квантовым числом *n* = 3?

17. При столкновении позитрона и электрона происходит их аннигиляция, в результате которой электронно-позитронная пара превращается в два фотона. Определите энергию каждого из возникших фотонов, полагая, что кинетическая энергия электрона и позитрона до их столкновения была пренебрежимо малой.

18. Частица и античастица, имеющие противоположные электрические заряды, притягиваются друг к другу: в результате происходит их аннигиляция, которая приводит к рождению двух ɣ-квантов с энергией 938 МэВ у каждого. Полагая, что кинетическая энергия аннигилировавших объектов до столкновения была пренебрежимо малой, определите, о каких частицах идёт речь.

19. За сколько времени распадется 30% ядер, если за 6 часов распадается 10%?

Нарисовать график зависимости

1 Количества оставшихся в результате распада ядер от времени распада для двух разных элементов с периодами распада Т2>Т1.

2 Количества распавшихся ядер от времени распада для двух разных элементов с периодами распада Т2>Т1.

Считать, что исходное количество атомов было одинаковым.

20. В герметичный сосуд, имеющий объём 4,14 л, при температуре 300 К и давлении 105 Па введен радиоактивный газ тритий (один из изотопов водорода), который имеет период полураспада 12,3 года. Сколько ядер атомов трития из находящихся в сосуде распадётся за 35,5 лет?

21. Энергия связи ядра атома гелия  равна 28,4 МэВ. Найти массу нейтрального атома гелия. Масса покоя протона равна 1,67265×10–27 кг, масса покоя нейтрона 1,67495×10–27 кг; масса покоя электрона 9,1×10–31 кг

22. При отрыве нейтрона от ядра гелия  образуется ядро . Какую работу необходимо для этого совершить? Массы нейтральных атомов  и  соответственно равны 6,6467×10–27кг и 5,0084×10–27 кг.

23. Определите удельную энергию связи для следующих ядер: 1) ; 2) . Массы нейтральных атомов гелия и углерода соответственно равны 6,6467×10–27 кг и 19,9272×10–27 кг.

24. Найти минимальную энергию и длину волны γ-кванта, способного при столкновении заставить разделиться ядро дейтерия  (масса которого равна 3,34461×10–27 кг) на протон (масса 1,67265×10–27 кг) и нейтрон (масса 1,67495×10–27 кг).