

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 20.06.2024 08:26:59  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

## Оценочные материалы для промежуточной аттестации по дисциплине

### Физика, 2,3,4,5 семестр

Код, направление подготовки	s04.05.01
Направленность (профиль)	Аналитическая химия
Форма обучения	очная
Кафедра-разработчик	Кафедра экспериментальной физики
Выпускающая кафедра	Химии

Типовые задания для контрольной работы:

#### Раздел «Механика» (2 семестр)

##### 1 вариант

1. Вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0 = 20$  м/с брошен камень. Через  $\tau = 1$  с после этого брошен вертикально вверх другой камень с такой же скоростью. На какой высоте  $h$  встретятся камни?
2. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием  $M = 15$  т. Орудие стреляет вверх под углом  $\varphi = 60^\circ$  к горизонту в направлении пути. С какой скоростью  $v_1$  покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда  $m = 20$  кг и он вылетает со скоростью  $v_2 = 600$  м/с?
3. На горизонтальную ось насажены маховик и легкий шкив радиусом  $R = 5$  см. На шкив намотан шнур, к которому привязан груз массой  $m = 0,4$  кг. Опускаясь равноускоренно, груз прошел путь  $s = 1,8$  м за время  $t = 3$  с. Определить момент инерции  $J$  маховика. Массу шкива считать пренебрежимо малой.

##### 2 вариант

1. Снаряд, выпущенный из орудия под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту, дважды был на одной и той же высоте  $h$ : спустя время  $t_1 = 10$  с и  $t_2 = 50$  с после выстрела. Определить начальную скорость  $v_0$  и высоту  $h$ .
2. На краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом  $R = 2$  м, стоит человек массой  $m_1 = 80$  кг. Масса  $m_2$  платформы равна 240 кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Пренебрегая трением, найти, с какой угловой скоростью  $\omega$  будет вращаться платформа, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью  $v = 2$  м/с относительно платформы.
3. Ближайший спутник Марса находится на расстоянии  $r = 9,4$  Мм от центра планеты и движется вокруг нее со скоростью  $v = 2,1$  км/с. Определить массу  $M$  Марса.

##### 3 вариант

1. Пуля пущена с начальной скоростью  $v_0 = 200$  м/с под углом  $\alpha = 60^\circ$  к горизонту. Определить максимальную высоту  $H$  подъема, дальность  $s$  полета и радиус  $R$  кривизны траектории пули в ее наивысшей точке. Сопротивлением воздуха пренебречь.
2. Снаряд массой  $m = 10$  кг обладал скоростью  $v = 200$  м/с в верхней точке траектории. В этой точке он разорвался на две части. Меньшая массой  $m_1 = 3$  кг получила скорость  $u_1 = 400$  м/с в прежнем направлении. Найти скорость  $u_2$  второй, большей части после разрыва.

3. Тонкий однородный стержень длиной  $l=50$  см и массой  $m=400$  г вращается с угловым ускорением  $\varepsilon=3$  рад/с<sup>2</sup> около оси, проходящей перпендикулярно стержню через его середину. Определить вращающий момент  $M$ .

#### 4 вариант

1. Камень брошен с вышки в горизонтальном направлении с начальной скоростью  $v_0=30$  м/с. Определить скорость  $v$ , тангенциальное  $a_t$  и нормальное  $a_n$  ускорения камня в конце второй секунды после начала движения.

2. Конькобежец, стоя на льду, бросил вперед гирию массой  $m_1=5$  кг и вследствие отдачи покатился назад со скоростью  $v_2=1$  м/с. Масса конькобежца  $m_2=60$  кг. Определить работу  $A$ , совершенную конькобежцем при бросании гири.

3. Вал массой  $m=100$  кг и радиусом  $R=5$  см вращался с частотой  $n=8$  с<sup>-1</sup>. К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой  $F=40$  Н, под действием которой вал остановился через  $t=10$  с. Определить коэффициент трения  $\mu$ .

### Раздел «Молекулярная физика и термодинамика» (3 семестр)

#### 1 вариант

1. В баллоне вместимостью  $V=25$  л находится водород при температуре  $T=290$  К. После того как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 0,4$  МПа. Определить массу  $m$  израсходованного водорода.

2. Смесь гелия и аргона находится при температуре  $T=1,2$  кК. Определить среднюю квадратичную скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$  атомов гелия и аргона.

3. Моль кислорода, занимавший объем  $V_1=1$  л при температуре  $T=173$  К, расширился изотермически до объема  $V_2=9,712$  л. Найти: а) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U$ ; б) работу  $A$ , совершенную газом; в) количество тепла  $Q$ , полученное газом. Газ рассматривать как реальный.

#### 2 вариант

1. В колбе вместимостью  $V=100$  см<sup>3</sup> содержится некоторый газ при температуре  $T=300$  К. На сколько понизится давление  $p$  газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет  $N = 10^{20}$  молекул?

2. Найти среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекул азота при условии, что его динамическая вязкость  $\eta=17$  мкПа·с.

Совершая замкнутый процесс, газ получил от нагревателя количество теплоты  $Q_1=4$  кДж. Определить работу  $A$  газа при протекании цикла, если его термический к.п.д.  $\eta=0,1$ .

#### 3 вариант

1. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу  $m=10^{-18}$  г. Во сколько раз уменьшится концентрация  $n$  при увеличении высоты на  $\Delta h=10$  м? Температура воздуха  $T=300$  К.

2. Определить среднюю арифметическую скорость  $\langle v \rangle$  молекул газа, если их средняя квадратичная скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle=1$  км/с.

3. При изотермическом расширении водорода массой  $m=1$  г, имевшего температуру  $T=280$  К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу расширения газа.

#### 4 вариант

1. Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью  $V=30$  л при температуре  $T=300$  К и давлении  $p=5$  МПа?

2. Средняя длина свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы углекислого газа при нормальных условиях равна 40 нм. Определить среднюю арифметическую скорость  $\langle v \rangle$  молекул.

3. При изотермическом расширении водорода массой  $m=1$  г, имевшего температуру  $T=280$  К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу  $A$  расширения газа и полученное газом количество теплоты  $Q$ .

## Раздел «Электричество и магнетизм» (4 семестр)

### 1 вариант

1. Расстояние между двумя точечными зарядами  $Q_1=1$  мкКл и  $Q_2 = -Q_1$  равно 10 см. Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $Q=0,1$  мкКл, удаленный на расстоянии  $r_1=6$  см от первого и на  $r_2=8$  см от второго зарядов.
2. Емкость  $C$  плоского конденсатора равна 1,5 мкФ. Расстояние  $d$  между пластинами 5 мм. Какова будет емкость  $C$  конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной  $d_1=3$  мм?
3. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи  $I=1$  кА. Определить силу  $F$ , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

### 2 вариант

1. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами  $Q_1=40$  нКл и  $Q_2=-10$  нКл, находящимися на расстоянии  $d=10$  см друг от друга. Определить напряженность  $E$  поля в точке, удаленной от первого заряда на  $r_1=12$  см и от второго на  $r_2=6$  см.
2. ЭДС батареи аккумуляторов 12 В, сила тока  $I$  короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность  $P_{\max}$  можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?
3. По двум бесконечно длинным параллельным проводам текут токи  $I_1=20$  А и  $I_2=30$  А в одном направлении. Расстояние  $d$  между проводами равно 10 см. Вычислить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $r=10$  см.

### 3 вариант

1. Бесконечная тонкая прямая нить несет равномерно распределенный по длине нити заряд с плотностью  $\tau=1$  нКл/м. Каков градиент потенциала в точке, удаленной на расстояние  $r=10$  см от нити? Указать направление градиента потенциала.
2. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС  $E$  каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление  $r = 0,2$  Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление  $R=1,5$  Ом. Найти силу тока  $I$  во внешней цепи.
3. Прямой провод длиной  $l=40$  см движется в однородном магнитном поле со скоростью  $v=5$  м/с перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов  $U$  между концами провода равна 0,6 В. Вычислить индукцию  $B$  магнитного поля.

### 4 вариант

1. Тонкая нить длиной  $l=20$  см равномерно заряжена с линейной плотностью  $\tau=10$  нКл/м. На расстоянии,  $a=10$  см от нити, против ее середины, находится точечный заряд  $Q=1$  нКл. Вычислить силу  $F$ , действующую на этот заряд со стороны заряженной нити.
2. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС  $E$  каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление  $r=0,2$  Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление  $R=1,5$  Ом. Найти силу тока  $I$  во внешней цепи.
3. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B=9$  мТл по винтовой линии, радиус  $R$  которой равен 1 см и шаг  $h=7,8$  см. Определить период  $T$  обращения электрона и его скорость  $v$ .

## Раздел «Оптика и квантовая физика» (5 семестр)

### 1 вариант

1. Два взаимно перпендикулярных луча падают на поверхность воды. Показатель преломления воды 1,33. Угол падения одного из лучей  $30^\circ$ . Каким будет угол между лучами в воде?

2. Определите, во сколько раз изменится ширина интерференционных полос на экране в опыте с зеркалами Френеля, если фиолетовый светофильтр ( $\lambda=0,4$  мкм) заменить красным ( $\lambda=0,7$  мкм).
3. Определите число штрихов на 1 мм дифракционной решетки, если углу  $\varphi=30^\circ$  соответствует максимум четвертого порядка для монохроматического света с длиной волны  $\lambda=0,5$  мкм.

#### 2 вариант

1. Луч падает на границу раздела двух сред под углом  $30^\circ$ . Показатель преломления первой среды 2,4. Определите показатель преломления второй среды, если преломленный и отраженный лучи перпендикулярны друг другу.
2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм, падающим нормально. Пространство между линзой и стеклянной пластинкой заполнено жидкостью, наблюдение ведется в проходящем свете. Радиус кривизны линзы  $R=4$  м. Определите показатель преломления жидкости, если радиус второго светлого кольца  $r=1,8$  мм.
3. На щель шириной  $a=0,1$  мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм. Экран, на котором наблюдается дифракционная картина, расположен параллельно щели на расстоянии  $l=1$  м. Определите расстояние  $b$  между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны центрального френелева максимума.

#### 3 вариант

1. Тело в форме конуса с углом между его осью и образующей равным  $60^\circ$ , погрузили целиком в прозрачную жидкость вершиной вниз. При этом боковую поверхность нельзя видеть ни из одной точки пространства над поверхностью жидкости. Каков показатель преломления жидкости?
2. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается монохроматическим светом, падающим нормально. При заполнении пространства между линзой и стеклянной пластинкой прозрачной жидкостью радиусы темных колец в отраженном свете уменьшились в 1,21 раза. Определите показатель преломления жидкости.
3. На дифракционную решетку длиной  $l=15$  мм, содержащую  $N=3000$  штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=550$  нм. Определите число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки.

#### 4 вариант

1. Какова должна быть минимальная длина стороны квадратного плота, чтобы с него не был виден камень, находящийся под серединой плота? Глубина водоема 1,5 м, показатель преломления воды 1,3.
2. Для измерения показателя преломления аммиака в одно из плеч интерферометра Майкельсона помещена закрытая с обеих сторон откачанная до высокого вакуума стеклянная трубка длиной 15 см. При заполнении трубки аммиаком интерференционная картина для длины волны  $\lambda=589$  нм сместилась на 192 полосы. Определите показатель преломления аммиака.
3. На щель шириной  $a=0,1$  мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=0,5$  мкм. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном параллельно щели. Определите расстояние  $l$  от щели до экрана, если ширина центрального дифракционного максимума  $b=1$  см.

#### 5 вариант

1. Мощность излучения абсолютно черного тела  $N=34$  кВт. Найти температуру этого тела, если известно, что его поверхность  $S=0,6$  м<sup>2</sup>.

2. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта, для некоторого металла  $\lambda_0=275$  нм. Найти работу выхода  $A$  электрона из металла, максимальную скорость  $v_{\max}$  электронов, вырываемых из металла светом с длиной волны  $\lambda=180$  нм, и максимальную кинетическую энергию  $W_{\max}$  электронов.
3. Определить энергию связи ядра атома гелия  ${}^4\text{He}$ . Масса нейтрального атома гелия равна  $6,6467 \cdot 10^{-27}$  кг.

#### *6 вариант*

1. Найти температуру  $T$  печи, если известно, что излучение из отверстия в ней площадью  $S=6,1$  м<sup>2</sup> имеет мощность  $N=34,6$  Вт. Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.
2. Найти частоту  $\nu$  света, вырывающего из металла электроны, которые полностью задерживаются разностью потенциалов  $U=3$  В. Фотоэффект начинается при частоте света  $\nu_0=6 \cdot 10^{14}$  Гц. Найти работу выхода  $A$  электрона из металла.
3. Определить массу изотопа  ${}^{15}\text{N}$ , если изменение массы при образовании  ${}^{15}\text{N}$  ядра составляет  $0,2508 \cdot 10^{-27}$  кг.

#### *7 вариант*

1. Какую мощность излучения  $N$  имеет Солнце? Излучение Солнца считать близким к излучению абсолютно черного тела. Температура поверхности Солнца  $T=5800$  К.
2. Найти задерживающую разность потенциалов  $U$  для электронов, вырываемых при освещении калия светом с длиной волны  $\lambda=330$  нм.
3. При отрыве нейтрона от ядра гелия  ${}^4\text{He}$  образуется ядро  ${}^3\text{He}$ . Определить энергию связи, которую необходимо для этого затратить. Массы нейтральных атомов  ${}^4\text{He}$  и  ${}^3\text{He}$  соответственно равны  $6,6467 \cdot 10^{-27}$  кг и  $5,0084 \cdot 10^{-27}$  кг.

#### *8 вариант*

1. Какую энергетическую светимость  $R_\lambda$  имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину волны  $\lambda=484$  нм?
2. Фотоны с энергией  $\epsilon=4,9$  эВ вырывают электроны из металла с работой выхода  $A=4,5$  эВ. Найти максимальный импульс  $p_{\max}$ , передаваемый поверхности металла при вылете каждого электрона.
3. Энергия связи  $E_{\text{св}}$  ядра, состоящего из трех протонов и четырех нейтронов, равна 39,3 МэВ. Определить массу  $m$  нейтрального атома, обладающего этим ядром.

#### *Типовые вопросы к экзамену:*

##### **Раздел «Механика» (2 семестр)**

1. Основные понятия механики: система отсчета, материальная точка (частица), система частиц, абсолютно твердое тело, сплошная среда.
2. Кинематика точки. Векторный способ описания движения точки.
3. Кинематика точки. Координатный способ описания движения точки.
4. Кинематика точки. «Естественный» способ описания движения точки.
5. Кинематика твердого тела. Поступательное движение. Вращение вокруг неподвижной оси. Связь между линейными и угловыми величинами.
6. Преобразование скорости и ускорения при переходе к другой системе отсчета.
7. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Преобразования Галилея.
8. Основные законы Ньютоновской динамики. Масса. Сила. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона.

9. Силы. Сила гравитационного притяжения. Кулоновская сила. Однородная сила тяжести. Упругая сила. Сила трения скольжения.
10. Основное уравнение динамики. Основное уравнение динамики в неинерциальной системе. Силы инерции. Особенности сил инерции.
11. Импульс частицы. Импульс системы. Закон сохранения импульса.
12. Центр масс. Уравнение движения центра масс. Ц-система.
13. Движение тела переменной массы.
14. Работа. Работа упругой силы. Работа гравитационной (или кулоновской) силы. Работа однородной силы тяжести. Мощность.
15. Консервативные силы. Поле центральных сил.
16. Потенциальная энергия частицы в поле.
17. Потенциальная энергия и сила поля.
18. Напряженность поля. Потенциал поля.
19. Кинетическая энергия. Полная механическая энергия частицы.
20. Собственная потенциальная энергия системы. «Внешняя» потенциальная энергия системы.
21. Диссипативные силы. Работа диссипативных сил.
22. Кинетическая энергия системы. Собственная механическая энергия системы.
23. Закон сохранения механической энергии системы. Полная механическая энергия системы в поле.
24. Связь между энергиями в К- и Ц-системах отсчета.
25. Столкновения двух частиц. Абсолютно неупругое столкновение. Абсолютно упругое столкновение. Лобовое столкновение.
26. Абсолютно упругое столкновение. Нелобовое столкновение. Неупругое столкновение.
27. Механика несжимаемой жидкости. Линии и трубки тока. Уравнение неразрывности струи.
28. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли.
29. Вязкость. Течение жидкости в трубе круглого сечения.
30. Момент импульса частицы. Момент Силы. Уравнение моментов.
31. Момент импульса и момент силы относительно оси. Уравнение моментов в проекциях на ось.
32. Закон сохранения момента импульса.
33. Суммарный момент внешних сил в Ц-системе.
34. Собственный момент импульса в Ц-системе.
35. Связь между моментами импульса в К- и Ц-системах. Уравнение моментов в К-системе.
36. Динамика твердого тела. Равнодействующая сила. Условия равновесия твердого тела.
37. Динамика твердого тела. Вращение вокруг неподвижной оси. Теорема Штейнера. Уравнение динамики вращения твердого тела.
38. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела. Работа внешних сил при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси.
39. Плоское движение твердого тела. Кинетическая энергия при плоском движении.
40. Свободные оси. Главные оси тела.
41. Гироскопы.
42. Кинематика гармонических колебаний. Дифференциальное уравнение гармонического осциллятора.
43. Динамика гармонических колебаний. Математический маятник. Физический маятник.
44. Энергия гармонического осциллятора.
45. Сложение колебаний одного направления.
46. Сложение взаимно перпендикулярных колебаний.

47. Затухающие колебания. Уравнение затухающих колебаний. Характеристики затухания.
48. Вынужденных колебания. Уравнение вынужденных колебаний. Резонанс. Энергия вынужденных колебаний.
49. Кинематика специальной теории относительности. Основные представления дорелятивистской физики. Трудности дорелятивистской физики. Опыт Майкельсона.
50. Постулаты Эйнштейна. Следствия из постулатов Эйнштейна: замедление времени.
51. Постулаты Эйнштейна. Следствия из постулатов Эйнштейна: равенство поперечных размеров тел, лоренцево сокращение.
52. Преобразования Лоренца.
53. Следствия из преобразований Лоренца. Понятие одновременности. Лоренцево сокращение. Длительность процессов. Интервал. Преобразование скорости.
54. Релятивистская динамика. Релятивистский импульс.
55. Основное уравнение релятивистской динамики.
56. Кинетическая энергия релятивистской частицы. Закон взаимосвязи массы и энергии.
57. Связь между энергией и импульсом частицы.

### **Раздел «Молекулярная физика и термодинамика» (3 семестр)**

1. Статистический и термодинамический методы. Основные понятия молекулярной физики и термодинамики.
2. Уравнение состояния идеального газа.
3. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Физический смысл температуры. Закон Дальтона.
4. Степени свободы. Гипотеза о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа.
5. Распределение Максвелла. Опытная проверка распределения Максвелла.
6. Характерные скорости. Формула Максвелла в приведенном виде.
7. Зависимость распределения Максвелла от температуры. Распределение по энергиям молекул.
8. Распределение Больцмана.
9. Барометрическая формула. Закон распределения Максвелла-Больцмана.
10. Явления переноса в термодинамически неравновесных средах. Эмпирические уравнения процессов переноса.
11. Средняя длина свободного пробега молекул.
12. Молекулярно-кинетическая интерпретация явлений переноса. Анализ коэффициентов переноса.
13. Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема.
14. Теплоемкость идеального газа. Молярная теплоемкость при постоянном объеме. Молярная теплоемкость при постоянном давлении. Постоянная адиабаты.
15. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
16. Адиабатический процесс.
17. Политропические процессы.
18. Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы.
19. Энтропия. Свойства энтропии.
20. Изменение энтропии в изопроцессах.
21. Круговой процесс. Термический коэффициент полезного действия для кругового процесса. Цикл Карно.
22. Статистический смысл второго начала термодинамики.
23. Энтропия и вероятность.
24. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Энергия ван-дер-ваальсовского газа.
25. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Метастабильные состояния.

26. Дифференциальный эффект Джоуля-Томсона. Интегральный эффект Джоуля-Томсона.
27. Эффект Джоуля-Томсона в газе Ван-дер-Ваальса.
28. Фазовые переходы. Диаграмма состояний. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.
29. Жидкое состояние. Поверхностное натяжение
30. Давление под изогнутой поверхностью.
31. Явления на границах между средами. Капиллярные явления.
32. Кристаллическое состояние. Физические типы кристаллов.
33. Теплоёмкость твердых тел. Классическая модель.
34. Теплоёмкость твердых тел. Модель Эйнштейна.
35. Теплоёмкость твердых тел. Модель Дебая.
36. Квантовые статистики. Квантовые распределения. Особенности распределений.

### **Раздел «Электричество и магнетизм» (4 семестр)**

1. Электрический заряд. Электрическое поле. Поле точечного заряда. Геометрическое описание электрического поля.
2. Поток вектора  $E$ . Теорема Гаусса. Теорема Гаусса в дифференциальной форме.
3. Теорема о циркуляции вектора  $E$ . Потенциал. Потенциал поля точечного заряда. Потенциал поля системы зарядов.
4. Связь между потенциалом и вектором  $E$ . Эквипотенциальные поверхности.
5. Электрический диполь. Поле диполя. Сила действующая на диполь.
6. Момент сил, действующих на диполь. Энергия диполя в поле.
7. Влияние вещества на поле. Поле внутри проводника. Поле у поверхности проводника.
8. Силы, действующие на поверхность проводника.
9. Емкость уединенного проводника. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Емкость сферического конденсатора. Емкость цилиндрического конденсатора.
10. Диэлектрики. Поляризация. Объемные и поверхностные связанные заряды.
11. Поле в диэлектрике. Поляризованность  $P$ . Связь между  $P$  и  $E$ .
12. Теорема Гаусса для поля вектора  $P$ . Теорема Гаусса для поля вектора  $P$  в дифференциальной форме.
13. Граничные условия для вектора  $P$ .
14. Теорема Гаусса для поля вектора  $D$ . Теорема Гаусса для поля вектора  $D$  в дифференциальной форме. Связь между векторами  $D$  и  $E$ .
15. Граничные условия для векторов  $E$  и  $D$ .
16. Поле в однородном диэлектрике.
17. Электрическая энергия системы зарядов. Энергия взаимодействия. Полная энергия взаимодействия.
18. Энергия уединенного проводника. Энергия конденсатора.
19. Энергия электрического поля.
20. Работа поля при поляризации диэлектрика.
21. Силы при наличии диэлектрика. Энергетический метод определения сил.
22. Электрический ток. Плотность тока. Уравнение непрерывности.
23. Закон Ома для однородного проводника. Закон Ома в дифференциальной форме.
24. Сторонние силы. Обобщенный закон Ома. Закон Ома для неоднородного участка цепи.
25. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.
26. Закон Джоуля-Ленца. Закон Джоуля-Ленца в локальной форме.
27. Переходные процессы в цепи с конденсатором.
28. Сила Лоренца.
29. Магнитное поле движущегося заряда.
30. Принцип суперпозиции. Закон Био-Савара.



31. Теорема Гаусса для поля  $\mathbf{V}$ . Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{V}$ . Дивергенция поля  $\mathbf{V}$ . Ротор поля  $\mathbf{V}$ .
32. Закон Ампера.
33. Сила, действующая на контур с током. Момент сил, действующих на контур с током.
34. Работа при перемещении контура с током.
35. Полк в магнетике. Механизм намагничивания. Намагниченность. Токи намагничивания.
36. Циркуляция вектора  $\mathbf{J}$ . Циркуляция вектора  $\mathbf{J}$  в дифференциальной форме.
37. Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{H}$ . Теорема о циркуляции вектора  $\mathbf{H}$  в дифференциальной форме. Связь между  $\mathbf{J}$  и  $\mathbf{H}$ . Связь между  $\mathbf{V}$  и  $\mathbf{H}$ .
38. Граничные условия для  $\mathbf{V}$  и  $\mathbf{H}$ . Преломление линий  $\mathbf{V}$ .
39. Поле в однородном магнетике.
40. Ферромагнетизм. Основная кривая намагничивания. Магнитный гистерезис. Теория ферромагнетизма.
41. Правило Ленца. Закон электромагнитной индукции. Природа электромагнитной индукции.
42. Явление самоиндукции. Индуктивность. Переходные процессы в RL-цепи.
43. Магнитная энергия тока. Энергия магнитного поля.
44. Магнитная энергия двух контуров с током. Собственная и взаимная энергии. Полевая трактовка энергии.
45. Энергия и силы в магнитном поле.
46. Ток смещения.
47. Уравнения Максвелла в интегральной форме. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме. Граничные условия. Материальные уравнения.
48. Колебательный контур. Уравнение колебательного контура. Свободные незатухающие колебания.
49. Свободные затухающие колебания. Величины, характеризующие затухание.
50. Вынужденные электрические колебания. Резонансные кривые. Добротность.
51. Переменный ток. Полное сопротивление. Мощность, выделяющаяся в цепи переменного тока.
52. Относительность электрического и магнитного полей. Законы преобразования полей  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{V}$ .

### **Раздел «Оптика и квантовая физика» (5 семестр)**

1. Уравнение волны. Уравнение плоской, сферической и цилиндрической волн.
2. Линейное волновое уравнение. Общее волновое уравнение.
3. Волновое уравнение электромагнитной волны. Плоская электромагнитная волна. Связь мгновенных значений  $\mathbf{E}$  и  $\mathbf{H}$ .
4. Энергия электромагнитной волны. Импульс электромагнитной волны.
5. Эффект Доплера для электромагнитных волн.
6. Шкала электромагнитных волн. Кривая видимости. Показатель преломления. Интенсивность волны. Виды световых волн.
7. Электромагнитная волна на границе раздела. Соотношения между амплитудами и фазами. Коэффициенты отражения и пропускания.
8. Законы геометрической оптики. Принцип Ферма. Свойства тонкой линзы.
9. Основной принцип интерференционных схем. Условие максимума и минимума при интерференции. Ширина интерференционной полосы.
10. Когерентность. Длина когерентности. Время когерентности. Ширина когерентности.
11. Интерференционные схемы. Бипризма Френеля. Бизеркала Френеля. Билинза Бийе.
12. Интерференция света при отражении от плоских пластинок. Плоскопараллельные пластинки. Клиновидные пластинки. Кольца Ньютона. Просветление оптики.
13. Интерферометр Майкельсона.

14. Дифракция света. Принцип Гюйгенса- Френеля.
15. Дифракция Френеля на круглом отверстии. Зоны Френеля. Спираль Френеля. Пятно Пуассона. Зонная пластинка.
16. Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на круглом отверстии. Дифракция от множества отверстий.
17. Дифракция Фраунгофера на щели. Условие минимумов. Распределение интенсивности.
18. Дифракционная решетка. Главные максимумы. Интерференционные минимумы. Интенсивность главных максимумов.
19. Дифракционная расходимость пучка. Разрешающая способность объектива. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
20. Дифракция на пространственной решетке. Условия Лауэ. Формула Брэгга-Вульфа.
21. Поляризация света. Виды поляризации. Естественный свет. Поляризаторы. Степень поляризации. Закон Малюса. Поляризация при отражении и преломлении.
22. Двойное лучепреломление. Одноосные кристаллы. Дихроизм. Поверхности лучевых скоростей.
23. Суперпозиция поляризованных волн. Двупреломляющая пластинка. Анализ поляризованного света.
24. Интерференция поляризованных волн.
25. Искусственное двойное лучепреломления. Анизотропия при деформациях. Анизотропия в электрическом поле. Вращение направления линейной поляризации.
26. Дисперсия света. Классическая теория дисперсии.
27. Волновой пакет. Групповая скорость.
28. Поглощение света. Закон Бугера. Коэффициент поглощения. Рассеяние света. Закон Рэлея. Поляризация рассеянного света. Молекулярное рассеяние.
29. Излучение Вавилова-Черенкова.
30. Тепловое излучение. Проблема теплового излучения. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула Рэлея-Джинса. Формула Планка.
31. Фотоэффект. Световые кванты. Основные закономерности фотоэффекта. Формула Эйнштейна.
32. Тормозное рентгеновское излучение. Фотоны. Корпускулярно-волновой дуализм.
33. Эффект Комптона. Теория эффекта Комптона.
34. Ядерная модель атома. Формула Резерфорда. Проверка формулы Резерфорда.
35. Спектральные закономерности. Постулаты Бора. Опыты Франка-Герца.
36. Боровская модель атома водорода. Спектральные линии водородоподобных систем. Магнитный момент атома водорода. Недостатки теории Бора.
37. Волновые свойства частиц. Гипотеза де-Бройля. Экспериментальные подтверждения гипотезы де-Бройля.
38. Принцип неопределенности. Соотношения неопределенностей. Опыт со щелью. Размер атома водорода.
39. Состояние частицы в квантовой теории. Принцип суперпозиции. Уравнение Шрёдингера. Стационарные состояния. Квантование.
40. Частица в прямоугольной яме. Квантовый гармонический осциллятор.
41. Потенциальные барьеры. Туннельный эффект.
42. Операторы физических величин. Средние значения физических величин. Основные постулаты квантовой теории. Собственные состояния.
43. Квантование момента импульса. Момент импульса. Модуль момента импульса. Проекция момента импульса.
44. Квантование атома водорода. Кратность вырождения. Символы состояния. Распределение плотности вероятности.
45. Уровни и спектры щелочных металлов. Правила отбора.

46. Спин электрона. Полный момент импульса электрона. Тонкая структура спектральных линий.
47. Механический момент многоэлектронного атома. Сложение угловых моментов. Типы связи. Правила отбора.
48. Принцип Паули. Периодическая система элементов Менделеева. Правило Хунда.
49. Характеристические рентгеновские спектры. Закон Мозли. Особенности спектра поглощения. Тонкая структура рентгеновских спектров.
50. Магнитный момент атома. Орбитальный магнитный момент. Опыты Штерна и Герлаха. Спиновый магнитный момент. Полный магнитный момент.
51. Эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака. Электронный парамагнитный резонанс.
52. Состав ядра. Характеристики атомного ядра. Размеры ядер.
53. Масса и энергия связи ядра. Удельная энергия связи.
54. Особенности ядерных сил. Механизм взаимодействия нуклонов. Модели ядер.
55. Радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада. Основные типы радиоактивности.
56. Эффект Мессбауэра.
57. Ядерные реакции. Энергия реакции. Энергетическая схема ядерной реакции. Порог реакции.
58. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия.
59. Систематика элементарных частиц. Бозоны и фермионы. Время жизни. Переносчики взаимодействия. Лептоны. Адроны. Мезоны.
60. Частицы и античастицы. Аннигиляция и рождение пар.
61. Законы сохранения. Барийонный заряд. Лептонные заряды. Странность  $S$ . Шарм (очарование)  $C$  и красота (прелесть)  $b$ .
62. Кварковая модель адронов.

*Типовые задачи к практической части экзамена:*

**Раздел «Механика» (2 семестр)**

1. Снаряд, выпущенный из орудия под углом  $\alpha=30^\circ$  к горизонту, дважды был на одной и той же высоте  $h$ : спустя время  $t_1=10$  с и  $t_2=50$  с после выстрела. Определить начальную скорость  $v_0$  и высоту  $h$ .
2. На железнодорожной платформе установлено орудие. Масса платформы с орудием  $M=15$  т. Орудие стреляет вверх под углом  $\alpha=60^\circ$  к горизонту в направлении пути. С какой скоростью  $v_1$  покатится платформа вследствие отдачи, если масса снаряда  $m=20$  кг и он вылетает со скоростью  $v_2=600$  м/с?
3. На краю горизонтальной платформы, имеющей форму диска радиусом  $R=2$  м, стоит человек массой  $m_1=80$  кг. Масса  $m_2$  платформы равна 240 кг. Платформа может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через ее центр. Пренебрегая трением, найти, с какой угловой скоростью  $\omega$  будет вращаться платформа, если человек будет идти вдоль ее края со скоростью  $v=2$  м/с относительно платформы.
4. На горизонтальную ось насажены маховик и легкий шкив радиусом  $R=5$  см. На шкив намотан шнур, к которому привязан груз массой  $m=0,4$  кг. Опускаясь равноускоренно, груз прошел путь  $s=1,8$  м за время  $t=3$  с. Определить момент инерции  $J$  маховика. Массу шкива считать пренебрежимо малой.
5. Вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0=20$  м/с брошен камень. Через  $\tau=1$  с после этого брошен вертикально вверх другой камень с такой же скоростью. На какой высоте  $h$  встретятся камни?
6. Тело брошено под углом к горизонту. Оказалось, что максимальная высота подъема  $h_{\max}=\frac{1}{4} S$  (где  $S$  – дальность полета). Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите угол броска к горизонту.
7. Вал начинает вращение из состояния покоя и за первые 10 секунд совершает  $N=50$  оборотов. Считая вращение вала равноускоренным, определить угловое ускорение.

8. Найти радиус  $R$  вращающегося колеса, если известно, что линейная скорость  $v_1$  точки, лежащей на ободе, в 2,5 раза больше линейной скорости  $v_2$  точки, лежащей на расстоянии  $r=5$  см ближе к оси колеса.

9. Точка движется по кривой с постоянным тангенциальным ускорением  $a_t=0,5$  м/с<sup>2</sup>. Определить полное ускорение  $a$  точки на участке кривой с радиусом кривизны  $R=3$  м, если точка движется на этом участке со скоростью  $v=2$  м/с.

10. Гиря массой  $m=10$  кг падает с высоты  $h=0,5$  м на подставку, скрепленную с пружиной жесткостью  $k=30$  Н/см. Определите при этом смещение пружины  $x$ .

11. К телу массой 2 кг, находящемуся на горизонтальной поверхности, приложена сила 20 Н, направленная вниз под углом 30° к горизонту. Коэффициент трения 0,1. Определите ускорение тела. Чему будет равно ускорение тела, если коэффициент трения станет равным 0,6?

12. Конькобежец массой 60 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 2 кг со скоростью 10 м/с. На какое расстояние откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения коньков о лед 0,02?

13. Пуля массой  $m=15$  г, летящая с горизонтальной скоростью  $v=0,5$  км/с, попадает в баллистический маятник массой  $M=6$  кг и застревает в нем. Определите высоту  $h$ , на которую поднимется маятник, откачнувшись после удара.

14. Человек, стоящий на скамье Жуковского, держит в руках стержень длиной  $l=2,5$  м и массой  $m=8$  кг, расположенный вертикально вдоль оси вращения скамейки. Эта система (скамья и человек) обладает моментом инерции  $J=10$  кг·м<sup>2</sup> и вращается с частотой  $\nu_1=12$  мин<sup>-1</sup>. Определите частоту  $\nu_2$  вращения системы, если стержень повернуть в горизонтальное положение.

15. К ободу однородного диска радиусом  $R=0,2$  м приложена постоянная тангенциальная сила  $F=100$  Н. При вращении на диск действует сила трения, момент которой  $M_{тр}=5$  Н·м. Определите массу диска, если известно, что он вращается с постоянным угловым ускорением  $\varepsilon=100$  с<sup>-2</sup>.

16. Тело массой  $m_1=5$  кг ударяется о неподвижное тело массой  $m_2=2,5$  кг, которое после удара начинает двигаться и приобретает кинетическую энергию 5 Дж. Считая удар центральным и упругим, найти кинетическую энергию первого тела до и после удара.

17. Пренебрегая трением, определите наименьшую высоту  $h$ , с которой должна скатываться тележка с человеком по желобу, переходящему в петлю радиусом  $R=6$  м, и не оторваться от него в верхней точке петли.

### Раздел «Молекулярная физика и термодинамика» (3 семестр)

1. В баллоне вместимостью  $V=25$  л находится водород при температуре  $T=290$  К. После того как часть водорода израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p=0,4$  МПа. Определить массу  $m$  израсходованного водорода.

2. В колбе вместимостью  $V=100$  см<sup>3</sup> содержится некоторый газ при температуре  $T=300$  К. На сколько понизится давление  $p$  газа в колбе, если вследствие утечки из колбы выйдет  $N=10^{20}$  молекул?

3. Смесь гелия и аргона находится при температуре  $T=1,2$  кК. Определить среднюю квадратичную скорость  $\langle v_{кв} \rangle$  атомов гелия и аргона.

4. Пылинки, взвешенные в воздухе, имеют массу  $m=10^{-18}$  г. Во сколько раз уменьшится концентрация  $n$  при увеличении высоты на  $\Delta h=10$  м? Температура воздуха  $T=300$  К.

5. Найти среднюю длину свободного пробега  $\langle \lambda \rangle$  молекул азота при условии, что его динамическая вязкость  $\eta=17$  мкПа·с.

6. При изотермическом расширении водорода массой  $m=1$  г, имевшего температуру  $T=280$  К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу расширения газа.

7. Кислород, занимавший объем  $V_1=1$  л под давлением  $p_1=1,2$  МПа, адиабатно расширился до объема  $V_2=10$  л. Определить работу  $A$  расширения газа.

8. При изотермическом расширении водорода массой  $m=1$  г, имевшего температуру  $T=280$  К, объем газа увеличился в три раза. Определить работу  $A$  расширения газа и полученное газом количество теплоты  $Q$ .

9. Совершая замкнутый процесс, газ получил от нагревателя количество теплоты  $Q_1=4$  кДж. Определить работу  $A$  газа при протекании цикла, если его термический к.п.д.  $\eta=0,1$ .

10. Масса  $m=10$  г кислорода нагревается от температуры  $T_1=323$  К до температуры  $T_2=423$  К. Найти изменение энтропии  $\Delta S$ , если нагревание происходит: а) изохорически; б) изобарически.

11. В закрытом сосуде объемом  $V=0,5$  м<sup>3</sup> находится  $\nu=0,6$  кмоль углекислого газа при давлении  $p=3$  МПа. Пользуясь уравнением Ван – дер – Ваальса, найти, во сколько раз надо увеличить температуру газа, чтобы давление увеличилось вдвое.

12. Моль кислорода, занимавший объем  $V_1=1$  л при температуре  $T=173$  К, расширился изотермически до объема  $V_2=9,712$  л. Найти: а) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U$ ; б) работу  $A$ , совершенную газом; в) количество тепла  $Q$ , полученное газом. Газ рассматривать как реальный.

13. Из баллона со сжатым кислородом объемом 100 л из-за неисправности крана вытекает газ. При температуре 273 К манометр на баллоне показывал давление  $2 \cdot 10^6$  Па. Через некоторое время при температуре 300 К манометр показал то же давление. Сколько газа вытекло из баллона?

14. Баллон содержит 0,3 кг гелия. Абсолютная температура в баллоне уменьшилась на 10%, масса газа тоже уменьшилась. В результате давление упало на 20%. Сколько молекул гелия ушло из баллона?

15. В закрытом сосуде объемом 33,6 дм<sup>3</sup> находятся азот и один моль водяного пара. Температура 100 °С, давление  $2 \cdot 10^5$  Па. Определите массу азота в сосуде.

16. Двухатомному газу сообщено количество теплоты  $Q=2,093$  кДж. Газ расширяется при постоянном давлении. Найти работу  $A$  расширения газа.

17. Азот находится в закрытом сосуде объемом  $V=3$  л при температуре  $T_1=300$  К и давлении  $p_1=300$  кПа. После нагревания давление в сосуде стало  $p_2=2,5$  МПа. Определить температуру  $T_2$  азота после нагревания и теплоту  $Q$ , сообщенную азоту.

#### Раздел «Электричество и магнетизм» (4 семестр)

1. Два конденсатора с воздушным зазором, емкостью  $C=100$  пФ каждый, соединены последовательно и подключены к источнику, э.д.с. которого  $E=10$  В. Чему равно изменение заряда конденсаторов, если один из них погрузить в жидкий диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon=2$ ?

2. В плоский конденсатор длиной  $l=5$  см влетает электрон под углом  $\alpha=15^\circ$  к пластинам. Энергия электрона  $W=1500$  эВ. Расстояние между пластинами  $d=1$  см. Определить величину напряжения на конденсаторе  $U$ , при котором электрон при выходе из пластин будет двигаться параллельно им.

3. . Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону  $I=I_0 e^{-\alpha t}$ , где  $I_0=20$  А,  $\alpha=10^2$  с<sup>-1</sup>. Определить количество теплоты, выделившееся в проводнике за время  $t=10^{-2}$  с, если сопротивление проводника  $R=5$  Ом.

4. Определить емкость конденсатора колебательного контура, если известно, что при индуктивности  $L=50$  мкГн контур настроен в резонанс на электромагнитные колебания с длиной волны  $\lambda=300$  м.

5. В скрещенные под прямым углом однородные магнитное ( $H=1$  МА/м) и электрическое ( $E=50$  кВ/м) поля влетел ион. При какой скорости  $v$  иона (по модулю и направлению) он будет двигаться в скрещенных полях прямолинейно.

6. Источник тока замкнули на катушку сопротивлением  $R=10$  Ом и индуктивностью  $L=0,2$  Гн. Через какое время сила тока в цепи достигнет 50 % от максимального значения.

7. Расстояние между двумя точечными зарядами  $Q_1=1$  мкКл и  $Q_2=-Q_1$  равно 10 см. Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $Q=0,1$  мкКл, удаленный на расстоянии  $r_1=6$  см от первого и на  $r_2=8$  см от второго зарядов.

8. Бесконечная тонкая прямая нить несет равномерно распределенный по длине нити заряд с плотностью  $\tau=1$  нКл/м. Каков градиент потенциала в точке, удаленной на расстояние  $r=10$  см от нити? Указать направление градиента потенциала.

9. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами  $Q_1=40$  нКл и  $Q_2=-10$  нКл, находящимися на расстоянии  $d=10$  см друг от друга. Определить напряженность  $E$  поля в точке, удаленной от первого заряда на  $r_1=12$  см и от второго на  $r_2=6$  см.

10. Емкость  $C$  плоского конденсатора равна 1,5 мкФ. Расстояние  $d$  между пластинами 5 мм. Какова будет емкость  $C$  конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита толщиной  $d_1=3$  мм?

11. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС  $E$  каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление  $r = 0,2$  Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление  $R=1,5$  Ом. Найти силу тока  $I$  во внешней цепи.

12. По двум бесконечно длинным параллельным проводам текут токи  $I_1=20$  А и  $I_2=30$  А в одном направлении. Расстояние  $d$  между проводами равно 10 см. Вычислить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $r=10$  см.

13. ЭДС батареи аккумуляторов 12 В, сила тока  $I$  короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность  $P_{\max}$  можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?

13. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи  $I=1$  кА. Определить силу  $F$ , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине.

15. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B=9$  мТл по винтовой линии, радиус  $R$  которой равен 1 см и шаг  $h=7,8$  см. Определить период  $T$  обращения электрона и его скорость  $v$ .

16. Прямой провод длиной  $l=40$  см движется в однородном магнитном поле со скоростью  $v=5$  м/с перпендикулярно линиям индукции. Разность потенциалов  $U$  между концами провода равна 0,6 В. Вычислить индукцию  $B$  магнитного поля.

### Раздел «Оптика и квантовая физика» (5 семестр)

1. Расстояние  $d$  между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние  $l$  от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны  $\lambda$ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина  $b$  полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

2. На мыльную пленку ( $n=1,3$ ), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженный свет с длиной волны  $\lambda=0,55$  мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции?

3. На щель шириной  $a=0,05$  мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). Определить угол  $\alpha$  между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

4. Угол Брюстера  $\alpha_B$  при падении света из воздуха на кристалл каменной соли равен  $57^\circ$ . Определить скорость света в этом кристалле.

5. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол  $\alpha=30^\circ$ , если в каждом из николей в отдельности теряется 10 % интенсивности падающего на него света?

6. На щель шириной  $a=0,05$  мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). Определить угол  $\phi$  между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

7. Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете ( $\lambda=0,6$  мкм) максимум пятого порядка отклонен на угол  $\varphi=18^\circ$ ?

8. Дифракционная решетка содержит  $n=200$  штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

9. Какой наименьшей разрешающей силой  $R$  должна обладать дифракционная решетка, чтобы с ее помощью можно было разрешить две спектральные линии калия ( $\lambda_1=578$  нм и  $\lambda_2=580$  нм)? Какое наименьшее число  $N$  штрихов должна иметь эта решетка, чтобы разрешение было возможно в спектре второго порядка?

10. Сколько длин волн монохроматического света с частотой колебаний  $\nu=5 \cdot 10^{14}$  Гц уложится на пути длиной  $l=1,2$  мм: 1) в вакууме; 2) в стекле?

11. Определить длину  $l_1$  отрезка, на котором укладывается столько же длин волн в вакууме, сколько их укладывается на отрезке  $l_2=3$  мм в воде.

12. На пути световой волны, идущей в воздухе, поставили стеклянную пластинку толщиной  $h=1$  мм. На сколько изменится оптическая длина пути, если волна падает на пластинку: 1) нормально; 2) под углом  $\varepsilon=30^\circ$ ?

13. Волна распространяется в упругой среде со скоростью  $\nu=100$  м/с. Наименьшее расстояние  $\Delta x$  между точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно 1 м. Определить частоту  $\nu$  колебаний.

14. Мощность излучения абсолютно черного тела  $N=34$  кВт. Найти температуру  $T$  этого тела, если известно, что его поверхность  $S=0,6$  м<sup>2</sup>.

15. Какую энергетическую светимость  $R_\varepsilon$  имеет абсолютно черное тело, если максимум спектральной плотности его энергетической светимости приходится на длину  $\lambda=484$  нм?

16. На какую длину волны  $\lambda$  приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела, имеющего температуру, равную температуре  $t=37^\circ\text{C}$  человеческого тела, т.е.  $T=310$  К?

17. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта, для некоторого металла  $\lambda_0=275$  нм. Найти минимальную энергию  $\varepsilon$  фотона, вызывающего фотоэффект.

18. Фотоны с энергией  $\varepsilon=4,9$  эВ вырывают электроны из металла с работой выхода  $A=4,5$  эВ. Найти максимальный импульс  $p_{\max}$ , передаваемый поверхности металла при вылете каждого электрона.

19. Пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda=663$  нм падает нормально на зеркальную плоскую поверхность. Поток энергии  $\Phi_\varepsilon=0,6$  Вт. Определить силу  $F$  давления, испытываемую этой поверхностью.

20. Какова была длина волны  $\lambda_0$  рентгеновского излучения, если при комптоновском рассеянии этого излучения графитом под углом  $\alpha=60^\circ$  длина волны рассеянного излучения оказалась равной  $\lambda=25,4$  пм?

21. Найти длину волны де Бройля  $\lambda$  для электрона, имеющего кинетическую энергию: а)  $W_1 = 10$  кэВ; б)  $W_2 = 1$  МэВ.

22. На сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны  $\lambda = 486$  нм?

23. Найти радиус  $r_1$  первой боровской электронной орбиты для однократно ионизованного гелия и скорость  $v_1$  электрона на ней.

24. Найти энергию связи  $W$  ядра атома гелия  ${}^4_2\text{He}$ .

25. Волновая функция  $\psi(x) = \sqrt{2/l} \sin \frac{\pi}{l} x$  описывает основное состояние частицы в бесконечно глубоком прямоугольном ящике шириной  $l$ . Вычислить вероятность нахождения частицы в малом интервале  $0 \leq x \leq \Delta l$ , где  $\Delta l = 0,01 l$ .

26. Определить начальную активность  $A_0$  радиоактивного препарата магния  ${}^{27}\text{Mg}$  массой  $m = 0,2$  мкг, а также его активность  $A$  через время  $t = 6$  ч. Период полураспада магния  $T_{1/2} = 10$  мин.