# ,

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

НЕФТИ И ГАЗА (НИУ) имени И. М ГУБКИНА

Кафедра физики

Составитель: профессор Л. К. Белопухов

Редактор: профессор А. И. Черноуцан

**Задачи и вопросы по физике**

**Часть 2. Электромагнетизм и волны**

**Пособие для подготовки к экзаменам**

Москва 2020

На кафедре физики РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина установлены единые требования к проведению экзаменов по курсу физики для всех студентов дневного отделения (кроме факультета КБ ТЭК и ЭиУ, групп РС и РФ факультета РНиГМ и группы ГЭ геологического факультета).

В данном пособии представлены задачи и теоретические вопросы по второй части курса физики «Электромагнетизм и волны», которые будут использованы для составления контрольных работ, зачетных работ, экзаменационных билетов, а также для тестов лабораторного практикума.

Соавторами пособия являются сотрудники кафедры физики: Барышева Т. Б., Бекетов В. Г., Боднарь О. Б., Бозиев С. Н., Выдрин С.Н., Дмитриева И. А., Днепровская Т. С., Евдокимов И. Н., Елисеев Н.Ю., Есипов И. Б., Карпенко Г.А., Козин А.В., Козлова Г. М., Колдаев М. В., Колесников А. Ю., Курляндский А.С., Кучеров В.Г., Лосев А.П., Медведев Б. И., Мелкумян А. А., Панина Т. Н., Плешанов П. Г, Ригер Е.Р., Серебряков С. Г., Серовайский С.Г., Филиппова Л. Б., Черных А.В., Цыбульников А.В., Шепелев А. В., принимавшие участие в многолетней работе по составлению вопросов и подборе задач.

Заведующий кафедрой физики, профессор

А. И. Черноуцан

© РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2020

**ЭЛЕКТРОСТАТИКА**

**Закон Кулона. Электростатическое поле. Его напряженность и потенциал. Связь между ними. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле. Движение заряженных частиц в однородном электростатическом поле**

**1.** Шарик массой 90 мг подвешен на непроводящей нити и имеет заряд 10 нКл. После того, как под шариком на расстоянии 10 см от него поместили отрицательный точечный заряд, натяжение нити увеличилось в два раза. Найдите абсолютную величину этого заряда. Ответ: 0,1 мкКл

**2.** Два одинаковых маленьких шарика массой 80 г каждый подвешены к одной точке на нитях длиной 30 см. Шарики заряжены одинаковыми зарядами. Найдите величину этих зарядов, если нити разошлись под прямым углом друг к другу. Ответ: 4 мкКл

**3.** Два точечных заряда взаимодействуют в вакууме на расстоянии 8 см с некоторой силой, а в диэлектрике на расстоянии 12 см – с силой, в 7,2 раза меньшей. Найдите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика. Ответ: 3,2

**4.** Расстояние между двумя точечными зарядами уменьшают в 10 раз, а величину каждого заряда уменьшают на 10%. Чтобы сила взаимодействия зарядов осталась прежней, их помещают в дистиллированную воду. Найдите ее диэлектрическую проницаемость. Ответ: 81

**5.** Заряженный шарик погрузили в жидкий диэлектрик (). Найдите, на каком расстоянии от шарика напряженность поля будет такая же, какая была до погружения в диэлектрик на расстоянии 28 см. Шарик считать точечным зарядом. Ответ: 20 см

**6.** Два одинаковых заряженных шарика, имеющих заряды –5 нКл и +25 нКл, приводят в соприкосновение и вновь разводят на прежнее расстояние. Найдите, во сколько раз уменьшилась величина их силы взаимодействия. Ответ: 1,25

**7.** Вокруг неподвижного точечного заряда 10 нКл по окружности радиусом 0,36 м с постоянной угловой скоростью вращается заряженная пылинка с удельным зарядом (отношением заряда к массе) 0,1 Кл/кг. Найдите период вращения пылинки. Ответ: 0,45 с

**8\*.** Два одинаковых маленьких шарика с одинаковыми зарядами подвешены на изолирующих нитях равной длины к одной точке. При заполнении окружающей среды моторным маслом угол расхождения нитей не изменился. Найдите плотность материала шариков. Диэлектрическая проницаемость масла 3, его плотность 900 кг/м3. Ответ: 1350 кг/м3

**9.** Два одноименных точечных заряда, один из которых в 9 раз больше другого, находятся на расстоянии 64 см. Найдите расстояние от меньшего заряда до той точки, где напряженность электрического поля равна нулю. Ответ: 16 см

**10.** Два точечных заряда +*Q* и –2,25*Q* находятся на расстоянии 20 см. Найдите, на каком расстоянии от положительного заряда напряженность электрического поля равна нулю. Ответ: 40 см

**11.** Два точечных заряда +*Q* и −4*Q*  находятся на расстоянии 60 см друг от друга. Найдите расстояния от заряда +*Q* до двух точек, где потенциал электрического поля на прямой, проходящей через заряды, равен нулю.

Ответ: 20 см и 12 см

**12.** Электрическое поле создано положительным точечным зарядом. Потенциал поля в точке, удаленной от заряда на 12 см, равен 24 В. Найдите величину напряженности поля в этой точке. Потенциал поля в бесконечности принять равным нулю. Ответ: 200 В/м

**13.** Модуль вектора напряженности электрического поля на расстоянии 5 м от точечного заряда равен 140 В/м. Потенциал электрического поля в этой точке принять равным нулю. Найдите потенциал электрического поля на расстоянии 2 м от заряда. Ответ: 1,05 кВ

**14\*.** Два точечных заряда + 4 нКл и – 4 нКл находятся на расстоянии 50 см друг от друга. Найдите величину напряженности электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 30 см от одного из зарядов и 40 см от другого.

Ответ: 450 В/м

**15\*.** В вершинах квадрата со стороной 10 см расположены три точечных положительных заряда по 10−11 Кл каждый и один отрицательный заряд, модуль которого в три раза больше. Найдите напряженность электрического поля в центре квадрата. Ответ: 72 В/м

**16\*.** В вершинах прямоугольного треугольника находятся точечные заряды 1 нКл, 2 нКл и 3 нКл. Найдите потенциал в середине гипотенузы этого треугольника, длина которой 20 см. Потенциал в бесконечности принять равным нулю.

Ответ: 540 В

**17.** Напряженность на продольной оси диполя определяется выражением: *E =* 0,2/*r*3 В/м, где *r* – расстояние от центра диполя. Найдите потенциал поля этого диполя на его продольной оси при *r* = 10 см. Потенциал в бесконечности принять равным нулю. Ответ: 10 В

**18.**  Положительные заряды 30 нКл и 6 нКл находятся в вакууме на расстоянии 30 см друг от друга. Найдите работу, которую нужно совершить, чтобы сблизить эти заряды до расстояния 9 см. Ответ: 1,26 10–5 Дж

**19.** Два одинаковых точечных заряда по 1 нКл каждый находятся на расстоянии 4,5 см друг от друга. Найдите, во сколько раз увеличится это расстояние, когда электрические силы отталкивания совершат работу 0,1 мкДж. Ответ: 2

**20\*.** В электрическом поле движется заряженная частица. В точке поля с потенциалом 300 В частица имела скорость 105 м/с, а в точке с потенциалом, в *n*  раз меньшим скорость в ее была *n* раз больше. Удельный заряд частицы (отношение заряда к массе) равен 108 Кл/кг. Найдите по этим данным величину *n*.

Ответ: 2

**21\*.** В область, где действует вертикальное однородное электрическое поле с напряженностью 40 кВ/м , влетает заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 5 кВ. Начальная скорость частицы в электрическом поле направлена горизонтально. Найдите вертикальное смещение частицы в тот момент, когда ее горизонтальное смещение будет равно 5 см. Ответ: 5 мм **22\*.** В область, где действует вертикальное однородное электрическое поле с напряженностью 40 кВ/м , влетает заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 5 кВ. Начальная скорость частицы в электрическом поле направлена горизонтально. Найдите угол, который будет составлять с горизонтальным направлением скорость частицы в тот момент, когда ее горизонтальное смещение будет равно 25 см. Ответ: 450

**23\*.** Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 20 кВ, попадает в область однородного электрического поля с напряженностью 1 кВ/м. В начальный момент скорость частицы направлена перпендикулярно вектору напряженности поля. Найдите скорость частицы через 10 мкс после ее движения в этом поле. Удельный заряд частицы (отношение заряда к массе) равен 108 Кл/кг.

Ответ: 2,24∙106 м/с

**24\*.** Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 2 кВ, попадает в область однородного электрического поля, напряженность которого 1 кВ/м направлена вертикально вниз. В момент попадания в поле угол между вектором скорости частицы и вектором напряженности поля составляет 1200. Найдите максимальную высоту подъема частицы. Ответ: 0,5 м

**25\*.** Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 2 кВ, в начале координат имеет скорость, направленную под углом 450 к горизонтальной оси *X* . На частицу действует однородное электрическое поле с напряженностью 10 кВ/м, направленное вертикально вниз. Найдите координату *x* частицы , когда ее координата *y* вновь станет равна нулю. Ответ: 0,4 м

**26\*.** Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 5 кВ, в начале координат имеет скорость, направленную под углом 300 к горизонтальной оси *X* . На частицу действует однородное электрическое поле с напряженностью 40 кВ/м, направленное вертикально вниз. Найдите, через какое время координата *y* частицы снова будет равна нулю. Удельный заряд частицы равен 108 Кл/кг. Ответ: 0, 25 мкс

**Теорема Гаусса. Напряженность полей заряженных тел**

**27.** Три больших параллельных пластины, заряженных с одинаковой поверхностной плотностью заряда, находятся на близких расстояниях друг от друга. Найдите, во сколько раз модуль напряженности электрического поля вне пластин больше модуля напряженности поля в пространстве между соседними пластинами. Нарисуйте график модуля *E*(*x*), считая ось *X* перпендикулярной к пластинам. Ответ: 3

**28.** Две большие параллельные пластины, равномерно заряженные одинаковыми зарядами, находятся на близком расстоянии друг от друга. Поток вектора напряженности через квадрат со стороной 10 см, расположенный вне пластин параллельно им, равен 20 В∙м . Найдите поверхностную плотность заряда на каждой из пластин. Ответ: 17,7 нКл/м2

**29.** Шар радиусом *R* имеет заряд 17,7 нКл. Найдите поток вектора напряженности электрического поля через замкнутую сферическую поверхность радиусом 2*R,* центр которой смещен на расстояние 0,5*R*  от центра заряженного шара. Ответ: 2000 В∙м

**30.** Две тонкие концентрические сферы имеют заряды 40 нКл и 50 нКл, равномерно распределенные по поверхности. Найдите силу, действующую на точечный заряд 10 нКл, находящийся вне этих сфер на расстоянии 9 см от их центра. Ответ: 1 мН

**31.** Три тонкие концентрические сферы имеют заряды −350 нКл, +440 нКл и −300 нКл, равномерно распределенные по поверхности. На точечный заряд 10 нКл, находящийся между второй и третьей сферами, действует сила 1 мН. Найдите, на каком расстоянии от центра сфер находится точечный заряд.

Ответ: 9 см

**32.** Два тонких коаксиальных (имеющих общую ось) очень длинных цилиндра заряжены с линейными плотностями зарядов +30 нКл/см и –40 нКл/см. На точечный заряд 10 нКл, находящийся вне этих цилиндров, действует сила 1 мН. Найдите, на каком расстоянии от оси цилиндров находится точечный заряд. Ответ: 18 см

**33.** Очень длинный цилиндр радиусом 2 см равномерно заряжен по объему. Найдите, на каком расстоянии от его поверхности напряженность электрического поля в 5 раз меньше, чем на его поверхности. Ответ: 8 см

**34.** Параллельно протяженной плоскости, равномерно заряженной с поверхностной плотностью заряда 1 мкКл/м2 расположена длинная нить с линейной плотностью заряда 17,7 нКл/см. Найдите силу, с которой электрическое поле плоскости действует на каждый метр длины нити. Ответ: 0,1 Н

**35.** Линейная плотность заряда длинного тонкого стержня равна 10−7 Кл/м. Найдите, на каком расстоянии от стержня должен находиться положительный точечный заряд 10 нКл, чтобы на середине этого расстояния напряженность электрического поля была равна нулю. Эта точка и точечный заряд находятся на одном перпендикуляре к стержню. Ответ: 10 см

**36.** Электрическое поле создано двумя длинными нитями, равномерно заряженными одноименными зарядами с линейными плотностями 10 нКл/м и 20 нКл/м. Нити расположены перпендикулярно друг другу так, что кратчайшее расстояние между ними составляет 30 см. Найдите напряженность электрического поля в точке, находящейся посредине этого кратчайшего расстояния. Ответ: 1,2 кВ/м

**37.** Две длинные параллельные нити находятся на расстоянии 18 см друг от друга. На нитях равномерно распределены одноименные заряды с линейными плотностями 1,73 10–8 Кл/м. Найдите напряженность электрического поля в точке, удаленной от первой и от второй нити на расстояние 18 см. Ответ: 3 кВ/м

**38.** Длинный тонкостенный цилиндр равномерно заряжен с поверхностной плотностью заряда 0,177 мкКл/м2. Найдите напряженность электрического поля в точке, находящейся от поверхности цилиндра на расстоянии в 9 раз большем его радиуса. Ответ: 2 кВ/м

**39.** Две бесконечно длинные равномерно заряженные нити взаимно перпендикулярны и находятся в одной плоскости. Они имеют линейные плотности зарядов 3 нКл/м и 4 нКл/м. Найдите напряженность электрического поля в точке, находящейся в той же плоскости и удаленной от нитей на одинаковые расстояния 18 см. Ответ: 500 В/м

**Потенциалы полей различных заряженных тел**

**40.** Большая плоская пластина равномерно заряжена с поверхностной плотностью заряда 17,7 нКл/м2. Найдите модуль разности потенциалов между точкой на поверхности пластины и точкой, удаленной от нее на расстояние 10 см. Ответ: 100 В

**41.** Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными плоскостями, равномерно заряженными с поверхностными плотностями зарядов 10 нКл/м2 и 50 нКл/м2. Найдите разность потенциалов между плоскостями, если расстояние между ними равно 17,7 мм. Ответ: 40 В

**42.** Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными плоскостями, равномерно заряженными разноименными зарядами с поверхностными плотностями зарядов 10 нКл/м2 и –90 нКл/м2. Найдите разность потенциалов между плоскостями, если расстояние между ними равно 17,7 мм. Ответ: 100 В

**43.** Тонкая прямая длинная нить равномерно заряжена с линейной плотностью заряда 0,1 мкКл/м. Найдите потенциал поля нити на расстоянии одного метра от нее, приняв потенциал равным нулю на расстоянии 50 см от нити. Ответ: –1,25 кВ

**44.** Прямой длинный тонкостенный цилиндр радиусом R равномерно заряжен отрицательным зарядом с величиной линейной плотности заряда 0,1 мкКл/м. Найдите потенциал поля цилиндра на расстоянии 9R от его поверхности, приняв потенциал равным нулю на расстоянии 4R от его поверхности. Ответ: 1,25 кВ

**45.** Заряд 2 нКл равномерно распределен по кольцу радиусом 9 см. Найдите потенциал в центре кольца, считая потенциал в бесконечности равным нулю.

Ответ: 200 В

**46.** Заряд 2 нКл равномерно распределен по тонкому стержню, согнутому в дугу окружности. Радиус дуги 9 см. Найдите потенциал в центре дуги, считая потенциал в бесконечности равным нулю. Ответ: 200 В

**47.** Сфера равномерно заряжена электрическим зарядом. Найдите отношение потенциала на поверхности сферы к потенциалу точки, находящейся от поверхности сферы на расстоянии, равном ее двум диаметрам. Потенциал в бесконечности считать равным нулю. Ответ: 5

**48.** Сплошной бесконечно длинный цилиндр равномерно заряжен с линейной плотностью заряда 2 нКл/м. Найдите модуль разности потенциалов между поверхностью цилиндра и точкой, находящейся на расстоянии от поверхности, равном 4,5 его диаметрам. Ответ: 83 В

**49.** Две большие параллельные плоскости равномерно заряжены разноименными зарядами с поверхностными плотностями зарядов +10 нКл/м2 и −30 нКл/м2. Найдите потенциал электрического поля в точке, находящейся между плоскостями на расстоянии 17,7 мм от плюсовой пластины, потенциал которой принять равным 100 В. Ответ: 60 В

**50**\***.** В трех вершинах прямоугольника с отношением сторон 2 к 1 закреплены три одинаковых точечных заряда по 10 нКл каждый. Найдите, чему равна короткая сторона прямоугольника, если потенциал электрического поля в свободной вершине равен 195 В. Потенциал на бесконечности считать равным нулю. Ответ: 90 см

**51\*.** В одной из вершин квадрата закреплен отрицательный точечный заряд −20 нКл, а в двух соседних с ней вершинах − положительные точечные заряды по 10 нКл каждый. Найдите, чему равна сторона квадрата, если потенциал электрического поля в незанятой вершине равен 59 В. Потенциал в бесконечности считать равным нулю. Ответ: 90 см

**52**\***.** Тонкий стержень согнут в кольцо и заряжен с линейной плотностью заряда 1,77 нКл/м. Найдите потенциал на оси кольца на расстоянии от его центра, равном диаметру кольца. Потенциал на бесконечности принять равным нулю. Ответ: 44,7 В

**53**\***.** Тонкий диск радиусом 10 см равномерно заряжен с поверхностной плотностью заряда 17,7 нКл/м2. Найдите потенциал в центре диска, считая потенциал на бесконечности равным нулю. Ответ: 100 В

**Электроемкость**

**54.** Два конденсатора, емкости которых 0,1 мкФ и 0,3 мкФ, присоединены последовательно к источнику напряжения 120 В. Найдите заряд на каждом конденсаторе. Ответ: 9 мкКл

**55.** Конденсатор емкостью 0,12 мкФ заряжен до напряжения 100 В. После того, как параллельно с ним соединили другой конденсатор, заряженный до напряжения 40 В, напряжение стало равно 64 В. Найдите емкость второго конденсатора. Ответ: 0,18 мкФ

**56.** Три одинаковых воздушных конденсатора заряжены одинаковыми зарядами и соединены параллельно. После заполнения двух из них одним и тем же жидким диэлектриком напряжение на этой системе уменьшилось на 40%. Найдите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика. Ответ: 2

**57.** Три одинаковых воздушных конденсатора соединены последовательно. После полного заполнения двух их них одним и тем же диэлектриком емкость системы увеличилась в два раза. Найдите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика. Ответ: 4

**58.** В плоском воздушном конденсаторе, не изменяя площадей пластин, уменьшили расстояние между ними на 20%. а затем заполнили пространство конденсатора диэлектриком. В результате этих действий емкость конденсатора увеличилась в четыре раза. Найдите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика. Ответ: 3,2

**59.** Три конденсатора емкостями *С*. 2*С* и 3*С* соединили один раз последовательно, другой раз – параллельно. Найдите, во сколько раз заряд этой системы конденсаторов при параллельном соединении больше, чем при последовательном соединении, если система подключается к одному и тому же источнику напряжения. Ответ:11

**60.** Один конденсатор – воздушный, с круглыми пластинами. Другой конденсатор тоже имеет круглые пластины, но с радиусами в 2,5 раз меньшими, чем у первого конденсатора. Расстояние между пластинами у него тоже в 2,5 раз меньше. Второй конденсатор заполнен диэлектриком. Найдите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика, если емкости конденсаторов одинаковы. Ответ: 2,5

**61.** Найдите емкость металлического шарика массой 0,4 кг, опущенного в моторное масло (). Плотность металла 8 г/см3. Ответ: 5,08 пФ

**62.** Найдите емкость плоского конденсатора, полностью заполненного однородным диэлектриком массой 200 г. Плотность диэлектрика 1,77 г/см3, его диэлектрическая проницаемость 4. Расстояние между пластинами конденсатора 1 см. Ответ: 40 пФ

**63.** Два плоских конденсатора имеют одинаковые заряды.. Емкость первого конденсатора в 2 раза больше емкости второго и расстояние между пластинами у него в 1,5 раза больше. Найдите, во сколько раз напряженность электрического поля в первом конденсаторе меньше, чем во втором. Ответ: 3

**64\*.** В плоский воздушный конденсатор с расстоянием между пластинами 6 мм ввели параллельно им пластину диэлектрика толщиной 2 мм Диэлектрическая проницаемость диэлектрика равна 5, площадь пластин 100 см2. Найдите емкость такого конденсатора. Ответ: 20,1 пФ

**65**\***.** К конденсатору емкостью 0,2 мкФ, заряженному до напряжения 100 В, параллельно подсоединили конденсатор емкостью 0,3 мкФ, заряженный до напряжения 50 В. Найдите, какой заряд перешел при этом соединении с одного конденсатора на другой. Ответ: 6 мкКл

**Поведение диполя в электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Вектор электрического смещения. Электрическая энергия**

**66.** В однородном электрическом поле с напряженностью 50 кВ/м находится диполь с электрическим моментом 20 нКл∙м. Вектор электрического момента составляет угол 600 с вектором напряженности поля. Найдите изменение потенциальной энергии диполя, когда он установится в положении устойчивого равновесия. Ответ: – 0,5 мДж

**67.** Диполь с электрическим моментом 20 нКл∙м свободно установился в однородном электрическом поле с напряженностью 100 кВ/м. Найдите работу, необходимую для поворота диполя на 1800 . Ответ: 4 мДж

**68.** Величина поляризованности в диэлектрике составляет 35,4 нКл/м2, а напряженность электрического поля в нем равна 1 кВ/м. Найдите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика. Ответ: 5

**69.** Модуль электрического смещения в диэлектрике в 1,5 раза больше модуля поляризованности. Найдите диэлектрическую проницаемость диэлектрика. Ответ: 3

**70\*.** Найдите энергию взаимодействия системы из трех точечных зарядов 2 мкКл, 3 мкКл и –1 мкКл, расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной 10 см. Ответ: 0,09 Дж

**71\*.** Четыре одинаковых точечных частицы массами 4 мг с зарядами 0,2 мкКл каждая удерживаются в вершинах тетраэдра с гранью 30 см. Частицы одновременно освобождают. Найдите скорости частиц при их разлете на большое расстояние. Ответ: 30 м/с

**72.** Металлический шар радиусом 1 м заряжен до потенциала 30 кВ. Найдите энергию заряженного шара. Ответ: 0,05 Дж

**73.** Найдите объемную плотность энергии электрического поля вблизи очень большой плоскости, равномерно заряженной с поверхностной плотностью заряда 0,9 мкКл/м2. Ответ: 11,4 мДж/м3

**74.** Плоский конденсатор с диэлектриком (ε = 4) заряжен до разности потенциалов 1 кВ. Расстояние между пластинами 5 мм. Найдите объемную плотность энергии поля в этом конденсаторе. Ответ: 0,71 Дж/м3

**75\*.** Плоский воздушный конденсатор зарядили и отключили от заряжающего устройства. После этого расстояние между пластинами конденсатора увеличили в два раза и заполнили его диэлектриком. Найдите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика, если электрическая энергия конденсатора уменьшилась на 20%. Ответ: 2,5

**76**\*. К зарядовому устройству последовательно подсоединены пять одинаковых воздушных конденсаторов. После зарядки систему конденсаторов отключили от зарядового устройства. Затем три из них наполнили одним и тем же диэлектриком. При этом электрическая энергия системы уменьшилась в два раза. Найдите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика. Ответ: 6

**77\*.** К источнику напряжения параллельно подсоединены пять одинаковых конденсаторов. Не отключая их от этого источника, два из них полностью заполнили одним и тем же диэлектриком. При этом электрическая энергия системы увеличилась в три раза. Найдите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика. Ответ: 6

**78\*.** Электрическое поле создано металлической сферой радиусом 9 см, имеющей заряд 1 мкКл. Найдите энергию электрического поля, заключенную в объеме, ограниченном этой сферой и концентрической с ней сферической поверхностью в два раза большего радиуса. Объем заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ε = 2,5. Ответ: 0,01 Дж

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК И МАГНЕТИЗМ

**Законы Ома и Джоуля-Ленца. Сопротивление проводников**

**79.** Найдите заряд, прошедший по проводнику сопротивлением 3 Ом при равномерном нарастании напряжения на концах проводника от 2 В до 4 В в течение 20 с. Ответ: 20 Кл

**80.** Найдите заряд, который был перенесен через сечение проводника, если ток в проводнике равномерно убывал от 4 А до 2 А в течение 10 секунд. Ответ: 30 Кл

**81.** Сила тока в проводнике за первую секунду равномерно изменяется от 0 до 2 А, затем 2 секунды остается постоянной, а затем равномерно убывает до нуля за 4 секунды. Найдите заряд, который был перенесен через сечение проводника за 7 секунд. Ответ: 9 Кл

**82.** Батарея замкнута на сопротивление 6 Ом, и в цепи течет ток 3 А. Если эту же батарею замкнуть на сопротивление 8 Ом, то сила тока в цепи будет 2,4 А. Найдите ЭДС и внутреннее сопротивление этой батареи. Ответ: 24 В и 2 Ом

**83.** Пять одинаковых источников тока с ЭДС 24 В и внутренними сопротивлениями по 1 Ом соединены параллельно и замкнуты на внешнее сопротивление, по которому течет ток 4 А. Найдите величину этого внешнего сопротивления. Ответ: 5,8 Ом

**84.** Пять одинаковых источников тока с ЭДС по 24 В и внутренними сопротивлениями по 1 Ом соединены последовательно и замкнуты на внешнее сопротивление, по которому течет ток 4 А. Найдите величину этого внешнего сопротивления. Ответ: 25 Ом

**85**. Найдите, какое количество аккумуляторов с ЭДС по 12 В и внутренним сопротивлением по 1 Ом каждый необходимо соединить в батарею последовательно, чтобы в проводнике сопротивлением 6 Ом, подключенным к батарее, получить ток 6 А. Ответ: 6

**86.** Три одинаковых источника тока с ЭДС по 16 В каждый соединены параллельно и замкнуты на внешнее сопротивление 3 Ом, на котором выделяется тепловая мощность 48 Вт. Найдите внутреннее сопротивление каждого источника тока. Ответ: 3 Ом

**87.** К аккумулятору с ЭДС 24 В под соединены два параллельно соединныходинаковых сопротивления по 4 Ом, на каждом из которых выделяется тепловая мощность 36 Вт. Найдите внутреннее сопротивление аккумулятора. Ответ: 2 Ом

**88.** Найдите, во сколько раз медленнее нагреет воду до кипения нагреватель, состоящий из трех последовательно соединенных спиралей, чем нагреватель, состоящий из трех таких же спиралей, но соединенных параллельно. Ответ: 9

**89.** Найдите мощность, которая выделяется в 1 см3 проводника длины 0,2 м, если на его концах поддерживается разность потенциалов 4 В. Удельное сопротивление материала проводника 10–6 Ом·м. Ответ: 400 Вт

**90.** Найдите напряженность электрического поля в проводнике, удельное сопротивление материала которого равно 10–6 Ом·м, если в 1 см3 проводника выделяется тепловая мощность 100 Вт. Ответ: 10 В/м

**91.** Найдите плотность тока в проводнике, в котором при напряженности поля в нем 200 В/м в 1 см3 выделяется тепловая мощность 40 Вт. Ответ: 2∙105 А/м2

**92.** Найдите, за какое время прошел бы электрон проводник длиной 1 м, если бы он двигался со средней скоростью направленного движения? Плотность тока в проводнике 0,2 А/мм2. Концентрация электронов проводимости 5∙1028 1/м3.

Ответ: 4∙104 с

**93\*.** Ток в проводнике с сопротивлением 75 Ом равномерно убывал до нуля за 25 секунд. При этом в проводнике выделилось 400 Дж тепла. Найдите заряд, который прошел за это время через проводник. Ответ: 10 Кл

**94\*.** Ток в проводнике с сопротивлением 75 Ом возрастает от нуля пропорционально квадрату времени. За 75 секунд по проводнику прошел заряд 10 Кл. Найдите, сколько тепла выделилось за это время в проводнике. Ответ: 180 Дж

**95\*.** Ток в проводнике с сопротивлением 35 Ом возрастает от нуля пропорционально кубу времени. За 64 секунд по проводнику прошел заряд 10 Кл. Найдите, сколько тепла выделилось за это время в проводнике. Ответ: 125 Дж

**96\*.** Батарея состоит из пяти одинаковых аккумуляторов с ЭДС по 10 В каждый, соединенных последовательно. Ток короткого замыкания этой батареи равен 10 А. Найдите максимальную мощность, которая может выделиться во внешней цепи, подсоединенной к этой батарее. Ответ: 125 Вт

**97\*.** Мощность, выделяющаяся во внешней цепи, одинакова при значениях ее сопротивления 9 Ом и 4 Ом. Найдите ЭДС источника тока, если максимальная мощность, которую он может дать во внешней цепи, равна 6 Вт. Ответ: 12 В

**98\*.** Мощность, выделяющаяся во внешней цепи, одинакова при значениях ее сопротивления, равных 4 Ом и 9 ом. Найдите ЭДС источника тока, у которого ток короткого замыкания равен 2 А. Ответ: 12 В

**Магнитное поле. Магнитная индукция. Поле прямого провода и поле коль- ца. Принцип суперпозиции. Магнитный момент витка с током**

**99.** По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи *I =* 20 А. Расстояние между проводами 5 см. Найдите индукцию магнитного поля в точке, удаленной от обоих проводов на такое же расстояние. Ответ: 80 мкТл

**100.** По двум длинным прямым параллельным проводам, находящимся на расстоянии 20 см друг от друга, текут одинаково направленные токи. Сила тока в одном из проводов в три раза больше, чем в другом. Найдите, на каком расстоянии от провода с меньшей силой тока индукция магнитного поля от этих проводов будет равна нулю. Ответ: 5 см

**101.** По двум длинным прямым параллельным проводам текут токи в противоположных направлениях. Сила тока в одном проводе в пять раз больше, чем в другом. Расстояние между проводами 24 см. Найдите, на каком расстоянии от провода с меньшей силой тока индукция магнитного поля от этих проводов равна нулю. Ответ: 6 см

**102**. Бесконечно длинный провод образует круговую петлю, касательную к проводу. По проводу течет ток 0,5 А. Найдите радиус петли, если магнитная индукция от этого тока в центре петли равна 1 мкТл. Ответ: 41,4 см

**103.** Коаксиальный кабель представляет собой металлическую тонкостенную трубку диаметром 2 см, вдоль оси которой расположен тонкий провод. Силы тока в трубке и проводе одинаковы и равны 0,5 А. Токи направлены противоположно. Найдите магнитную индукцию поля этих токов в точках, находящихся на расстояниях 15 мм и 5 мм от оси кабеля. Ответ: 0 и 20 мкТл

**104.** Два бесконечно длинных прямых параллельных провода находятся на расстоянии 5 см один от другого. По проводам текут одинаково направленные токи силой 12 А каждый. Найдите магнитную индукцию в точке, находящейся на расстоянии 2 см от одного и 3 см от другого провода. Ответ: 40 мкТл

**105.** Индукция магнитного поля в центре кругового витка с током диаметром 20 см равна 1 мкТл. Найдите магнитный момент этого витка. Ответ: 0,005 А∙м2

**106.** Два круговых витка радиусами по 5 см каждый расположены в двух взаимно перпендикулярных плоскостях так, что центры этих витков совпадают. Силы тока в витках равны 4 А. Найдите магнитную индукцию в центре этих витков.

Ответ: 71 мкТл

**107.** Прямоугольная рамка со сторонами 1 см и 2 см имеет 50 витков. Магнитный момент рамки равен 0,02 А∙м2. Найдите силу тока в витках. Ответ: 2 А

**108.** Из двух кусков провода одинаковой длины сделали квадрат и круговой виток. Найдите, во сколько раз магнитный момент у кругового витка больше, чем у квадратного, если по ним протекают одинаковые токи. Ответ: 1.27

**109.** Найдите магнитный момент, создаваемый точечным зарядом 1 нКл, движущимся по окружности радиуса 10 см с постоянной угловой скоростью 20 рад/с. Ответ: 10–10 А∙ м2

**110.** По длинному соленоиду течет ток *I =* 1 А. Найдите, сколько витков провода приходится на участок соленоида длиной 8 см, если магнитная индукция внутри соленоида равна 3,14 мТл. Ответ: 200

**111\*.** По однородному прямолинейному длинному сплошному цилиндрическому проводнику из немагнитного материала диаметром 2 см течет равномерно распределенный по его сечению ток. Найдите, на каком расстоянии от поверхности цилиндра вне его магнитная индукция такая же, как и внутри цилиндра на расстоянии от оси, равном половине радиуса. Ответ: 1 см

**112\*.** По длинной толстой трубе из немагнитного материала, внутренний радиус которой равен 2 см, проходит равномерно распределенный по сечению трубы ток, плотность которого равна 104 А/м2. Найдите индукцию магнитного поля внутри трубы на расстоянии от ее оси 4 см. Ответ: 0,188 мТл

**113\*.** Найдите магнитный момент тонкого диска радиусом 5 см, равномерно заряженного с поверхностной плотностью заряда 10 мкКл/м2, когда диск вращается с угловой скоростью 100 рад/с. Ответ: 4,9∙10 – 9 А∙м2

**114\*.** На общей оси параллельно друг другу расположены два круговых витка радиусами 10 см. По виткам в одном направлении текут одинаковые токи силой 2 А. Расстояние между витками равно их радиусу. Найдите индукцию магнитного поля в центре каждого витка. Ответ: 17 мкТл

**Магнитные силы. Поведение контура с током в магнитном поле. Энергия контура с током. Работа в магнитном поле**

**115.** В однородном магнитном поле с индукцией 0,05 Тл равномерно движется проводник длиной 10 см со скоростью 20 м/с, направленной перпендикулярно проводнику. Вектор магнитной индукции перпендикулярен и проводнику и вектору скорости. По проводнику течет ток силой 2 А. Найдите работу сил поля по перемещению проводника за 10 секунд его движения. Ответ: 2 Дж

**116.** На двух параллельных горизонтальных рельсах лежит металлический стержень массой 600 г и длиной 1,5 м. По стержню течет ток силой 10 А. При включении вертикального магнитного поля стержень приходит в равномерное движение. Коэффициент трения стержня о рельсы равен 0,1. Найдите индукцию магнитного поля. Ответ: 0,04 Тл

**117.** По П-образной вертикальной рамке может перемещаться горизонтальная перемычка длиной 50 см и массой 100 грамм. По рамке (и по перемычке) идет ток силой 20 А. Найдите величину индукции горизонтального магнитного поля, перпендикулярного перемычке, необходимой для того, чтобы перемычка была неподвижной. Ответ: 0,1 Тл

**118.** Квадратная рамка со стороной 40 см, содержащая 50 витков проволоки, находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,05 Тл. По виткам течет ток 5 А. Найдите угол, который образует плоскость рамки с направлением магнитного поля, если вращающий момент, действующий на рамку, равен 1 Н м. Ответ: 60°

**119.** Рамка площадью 300 см2 содержит 20 витков проволоки и находится в магнитном поле с индукцией 0,5 Тл. По виткам течет ток 4 А. Найдите максимальный вращающий момент, действующий на рамку. Ответ: 1,2 Н∙м

**120.** Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности радиусом 10 см со скоростью 106 м/с. Индукция магнитного поля 0,104 Тл. Найдите массу частицы, если ее заряд равен 1,6∙10−19 Кл. Ответ: 1,66∙10−27 кг

**121.** Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле и движутся по окружностям. Найдите, во сколько раз радиус окружности протона больше радиуса окружности электрона. Масса протона в 1836 раз больше массы электрона. Ответ: 42,8

**122.**  Ион, имеющий массу 3,33∙10–27 кг, заряд 1,6∙10–19 Кл и кинетическую энергию 1,66·10–15 Дж, влетел в однородное магнитное поле с индукцией 0,2 Тл и стал двигаться по дуге окружности. Найдите силу, действующую на ион со стороны магнитного поля. Ответ: 3,2∙10–14 Н

**123.** Найдите удельный заряд (отношение заряда к массе) частицы, если она, ускоренная разностью потенциалов 10 кВ, влетев в однородное магнитное поле с индукцией 0,1 Тл, стала двигаться по дуге окружности радиусом 14,1 см.

Ответ: 108 Кл/кг

**124.** Заряженная частица прошла ускоряющую разность потенциалов 20 кВ и влетела в однородное магнитное поле с индукцией 3,14 мТл со скоростью 2·106  м/с и стала двигаться по дуге окружности. Найдите период вращения частицы в магнитном поле. Ответ: 20 мкс

**125.** Заряженная частица массой 3,3∙10–26 кг, ускоренная разностью потенциалов 2 кВ, влетела в однородное магнитное поле и стала двигаться по дуге окружности, имея момент импульса 3,3∙10–20 кг∙ м2/с. Найдите индукцию магнитного поля. Ответ: 4 мТл

**126.** Перпендикулярно магнитному полю с индукцией 0,2 Тл возбуждено электрическое поле с напряженностью 50 кВ/м. Перпендикулярно обоим полям движется, не отклоняясь от прямолинейной траектории, заряженная частица. Найдите ее скорость. Ответ: 2,5∙105 м/с

**127.** Заряженная частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов 800 В , влетает в однородные скрещенные под прямым углом магнитное поле с индукцией 50 мТл и электрическое поле с напряженностью 20 кВ/м. Частица в скрещенных полях двигается прямолинейно. Найдите удельный заряд частицы (отношение заряда к массе). Ответ: 108 Кл/кг

**128.** Квадратный контур со стороной 10 см, по которому течет ток силой 10 А, свободно установился в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Найдите работу, которую нужно совершить, чтобы повернуть контур на угол 90⁰ относительно оси, проходящей через середины его противоположных сторон. Ответ: 0,01 Дж

**129.** Виток радиусом 10 см с силой тока 20 А помещен в однородное магнитное поле с индукцией 1 Тл так, что нормаль к нему составляет угол 600 с линиями индукции. Найдите работу, которую нужно совершить, чтобы нормаль к витку составила угол 900 с линиями поля. Ответ: 0,314 Дж

**130.** Квадратная рамка со стороной 10 см содержит 100 витков. Сила тока в каждом витке 1 А. В магнитном поле с индукцией 0,1 Тл рамка расположилась так, что вектор ее магнитного момента направлен по линиям поля. Найдите работу, которую надо совершить, чтобы повернуть рамку так, чтобы угол между вектором магнитного момента и линиями поля стал равен 120°. Ответ: 0,15 Дж

**131\*.** Квадратная рамка со стороной 2 см состоит из многих витков. По проводу рамки течет ток силой 1 А. Вектор магнитного момента витка совпадает с линией поля. В магнитном поле с градиентом 1000 мкТл/см на рамку действует сила 4 мН. Найдите число витков в рамке. Ответ: 100

**132\*.** Два параллельных длинных провода с одинаково направленными токами силой по 10 А удаляют друг от друга так, что расстояние между ними становится в три раза больше первоначального. Найдите затраченную на это работу в расчете на единицу длины. Ответ: 2,2∙10–5 Дж/м

**133\*.** Электрон, ускоренный разностью потенциалов 300 В, в некоторый момент времени движется параллельно прямолинейному длинному проводу на расстоянии 4 мм от него. Найдите силу, которая в этот момент действует на электрон, если по проводу течет ток 5 А. Ответ: 4,1∙10−16 Н

**134\*.** Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 20 кВ, влетела в однородное магнитное поле с индукцией 0,4 Тл под углом 600 к направлению линий индукции и стала двигаться по винтовой линии. Найдите шаг этой винтовой линии. Удельный заряд частицы (отношение заряда к массе) равен 108 Кл/кг.Ответ:15,7 см

**135\*.** Заряженная частица движется в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл по винтовой линии, радиус которой равен 3 см, а шаг 25 см. Найдите скорость частицы. Ее удельный заряд 108 Кл/кг. Ответ: 5∙105 м/с

**136\*.** Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом. Ближайшая сторона рамки находится от провода на расстоянии в два раза большем стороны рамки и направление тока в ней совпадает с направлением тока в проводе. Силы тока в рамке и в проводе одинаковы и равны 30 А. Найдите силу, действующую на рамку. Ответ: 3∙10–5 Н

**137\*.** В однородном магнитном поле с индукцией 0,01 Тл находится провод длиной 8 см, согнутый в полуокружность и расположенный перпендикулярно линиям индукции. Сила тока в проводе 78,5 А. Найдите силу, действующую на провод. Ответ: 0,04 Н

**Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Индуктивность. Магнитное поле в веществе. Магнитная энергия. Ток смещения**

**138.**  Катушка радиусом 5 см, состоящая из 500 витков проволоки, находится в однородном магнитном поле, индукция которого равномерно увеличивается на 0,1 Тл за каждые 0,1 секунды. Ось катушки составляет с линиями поля угол 45°. Найдите величину ЭДС индукции, возникающей в катушке. Ответ: 2,78 В

**139.** Рамка площадью 16 см2 вращается в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл, делая 20 оборотов в секунду. Ось вращения находится в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Найдите величину максимальной ЭДС индукции, возникающей в рамке. Ответ: 20 мВ

**140.** Горизонтально расположенный металлический стержень длиной 0,5 м вращается с угловой скоростью 20 рад/с в однородном магнитном поле с индукцией 0,05 Тл вокруг вертикальной оси, проходящей через его конец и параллельной линиям индукции. Найдите разность потенциалов, возникающую на концах стержня. Ответ: 125 мВ

**141.** Вертикально расположенный стержень длиной 50 см движется со скоростью 10 м/с, направленной горизонтально. Вектор магнитной индукции имеет величину 0,05 Тл и направлен перпендикулярно стержню и вектору скорости. Концы стержня замкнуты проводом, который находится вне действия магнитного поля. Сопротивление стержня вместе с этим проводом равно 0,5 Ом. Найдите силу тока в цепи. Ответ: 0,5 А

**142.**  В магнитном поле находится катушка с сопротивлением 0,5 Ом, концы которой замкнуты проводом. Найдите заряд, который пройдет по катушке, если магнитный поток через катушку изменится на 20 мкВб. Ответ: 40 мкКл

**143.** Найдите число витков проволоки, которые надо навить на пластмассовый цилиндр длиной 62,8 см и диаметром 2 см, чтобы получить катушку с индуктивностью 0,628 мГн. Ответ: 1000

**144.** Найдите индуктивность соленоида, если при равномерном убывании тока от 10 А до нуля за 0,1 секунды в нем возникает ЭДС самоиндукции 0,1 В. Найдите также полный магнитный поток через все витки соленоида в начальный момент времени. Ответ: 1 мГн и 0,01 Вб

**145.** Найдите объемную плотность энергии магнитного поля в железном сердечнике соленоида, если напряженность магнитного поля составляет 100 А/м. Магнитная проницаемость железа при этой напряженности равна 100.

Ответ: 0,63 Дж/м3

**146.** Найдите энергию магнитного поля внутри соленоида с железным сердечником, состоящего из 1000 витков проволоки, по которым течет ток силой 1А. Длина соленоида 12,6 см, площадь поперечного сечения 10 см2. Магнитная проницаемость железа при таком токе в обмотке соленоида равна 400. Краевой эффект не учитывать. Ответ: 2 Дж

**147.** Найдите, во сколько раз увеличится объемная плотность энергии поля, создаваемого длинным прямым проводом с током в некоторой точке пространства вблизи провода, если сила тока в проводе возрастет в 2,5 раза. Ответ: 6,25

**148.** Квадратная рамка со стороной 10 см из медной проволоки находится в однородном магнитном поле с индукцией 1 Тл. Линии индукции перпендикулярны плоскости рамки. Форму рамки, не изменяя ее ориентации по отношению к полю, из квадратной превращают в круглую за 2 секунды. Найдите среднюю величину ЭДС индукции, возникающей при этом в рамке. Ответ: 1,37 мВ

**149.** Прямолинейный проводник с током 10 А помещен в перпендикулярное ему однородное магнитное поле. При этом на каждый сантиметр длины проводника действует сила 10−4 Н. Найдите объемную плотность энергии магнитного поля. Ответ: 0,4 Дж/м3

**150.** Сила тока в цепи убывает до нуля по закону  (А). В тот момент, когда сила тока становится равной нулю, ЭДС самоиндукции составляет 2 В. Найдите индуктивность цепи. Ответ: 0,02 Гн

**151.** Через катушку, индуктивность которой равна 0,01 Гн, течет ток, сила которого изменяется со временем по закону *I =* 2sin 628*t* (А). Найдите максимальную энергию магнитного поля катушки. Ответ: 0,02 Дж

**152.** Сила тока в катушке уменьшилась от 20 А до 15 А. При этом энергия магнитного поля уменьшилась на 1,75 Дж. Найдите начальную энергию магнитного поля. Ответ: 4 Дж

**153\*.** Энергия магнитного поля длинного соленоида, имеющего 1000 витков, равна 0,1 мДж. Магнитная индукция внутри соленоида 1 мТл. Найдите площадь поперечного сечения соленоида, если его индуктивность равна 0,02 Гн. Краевой эффект не учитывать. Ответ: 20 см2

**154.** На плоский воздушный конденсатор подается переменное синусоидальное напряжение с амплитудой 180 В и частотой 1 кГц. Найдите максимальное значение плотности тока смещения в конденсаторе, если расстояние между его пластинами 1 см. Ответ: 10–3 А/м2

**155.** Найдите силу тока смещения между квадратными пластинами воздушного конденсатора со стороной 3 см, если напряженность электрического поля в конденсаторе изменяется со скоростью 6,28∙1010 В/(м∙с). Ответ: 0,5 мА

**156\*.** Квадратная рама со стороной 50 см и сопротивлением 5 Ом расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом с током силой 10 А. Ближайшая к проводу сторона рамки находится от него на расстоянии 50 см. Найдите заряд, который пройдет по рамке при ее повороте на 180° вокруг оси, совпадающей с удаленной от провода стороной. Ответ: 0,22 мкКл

**157\*.** Тонкое кольцо радиусом 10 см, равномерно заряженное зарядом 1 мкКл, вращается вокруг своей оси с частотой 100 об/с. Найдите объемную плотность энергии магнитного поля в центре кольца. Ответ: 0,157 пДж/м3

**158\*.** Магнитный поток через неподвижный контур с сопротивлением 0,3 Ом изменяется с течением времени по закону *Ф = At*(*τ – t*), где *A =* 1 мВб/с2, τ = 30 с. Найдите количество теплоты, которое выделится в контуре за время 30 с. Индуктивностью контура пренебречь. Ответ: 0,03 Дж

**159\*.** Проводник из проволоки в форме квадрата со стороной 10 см помещен в однородное магнитное поле так, что линии поля перпендикулярны его плоскости. Величина магнитной индукции поля изменяется со временем по закону *B* = *kt*2, где *k* = 0,01 Тл/с2 . Найдите, сколько тепла выделится в проводнике за 30 секунд, если удельное сопротивление материала проводника 10–8 Ом∙м, а площадь поперечного сечения проволоки 1 мм2. Ответ: 0,09 Дж

**160\*.** Одну из пластин плоского воздушного конденсатора начинают отодвигать от другой по нормали к ним со скоростью 10 см/с. Начальное расстояние между пластинами *d*0 *=* 10 см. Конденсатор находится под постоянным напряжением 1 кВ. Найдите, через какое время после начала движения плотность тока смещения в конденсаторе станет равной 2,21∙10 –8 А/м2. Ответ: 1 с

**КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

**Гармонический осциллятор**

**161.** Материальная точка совершает гармонические колебания с амплитудой 5 см и частотой 2 Гц. Найдите величину максимального ускорения точки. Ответ: 7,9 м/с2

**162.** Смещение точки при колебаниях зависит от времени по закону. Найдите, через какую долю периода скорость точки в первый раз будет равна половине ее максимальной скорости. Ответ: 1/6 **163.** Координата колеблющейся точки зависит от времени по закону  (см). Найдите среднюю скорость точки за первую четверть периода ее колебаний. Ответ: 6 см/с

**164.** На гладкой горизонтальной поверхности находится тело. совершающее гармонические колебания под действием горизонтальной пружины, один конец которой закреплен. Найдите коэффициент упругости этой пружины, если максимальная кинетическая энергия колеблющегося тела равна 0,2 Дж, а амплитуда колебаний равна 5см. Ответ: 160 Н/м. **165.** На гладкой горизонтальной поверхности находится тело. совершающее гармонические колебания под действием горизонтальной пружины, один конец которой закреплен. Максимальная потенциальная энергия пружины равна 32 мДж. Найдите массу груза, если максимальная скорость его колебаний составляет 0,8 м/с. Ответ: 0,1 кг

**166.** Физическиймаятник совершает малые колебания. Максимальная потенциальная энергия этого маятника составляет 0.4 Дж. Максимальная угловая скорость маятника 5 рад/с. Найдите момент инерции маятника. Ответ: 0,032 кг м2

**167.** Колебания совершаются по закону . В момент времени *t = T/*8 смещение в первый раз составляет половину амплитуды. Найдите начальную фазу колебаний *φ*. Ответ: π/12

**168.** Колебания совершаются по закону . Найдите начальную фазу колебаний φ, если в момент времени *t = T*/4 смещение в первый раз отрицательно и модуль его равен половине амплитуды. Ответ: π/6

**169.** Амплитуда затухающих колебаний физического маятника за одну минуту уменьшилась в два раза. Найдите, во сколько раз она уменьшится за три минуты. Ответ: 8

**170.** Амплитуда затухающих колебаний за 20 колебаний уменьшилась в *e*2 раз (*е*  – основание натуральных логарифмов).Найдите время релаксации, если частота колебаний 10 Гц. Ответ: 1с

**171.** Частота затухающих колебаний 5 Гц. Найдите время релаксации, если логарифмический декремент затухания равен 0,1. Ответ: 2с

**172.** За сколько секунд амплитуда затухающих колебаний уменьшится в *е* раз (*е* – основание натуральных логарифмов), если коэффициент затухания равен 0,02 с–1 ? Ответ: 50 с

**173.** Найдите число колебаний, за время которых их амплитуда уменьшится в *е* раз (*е* − основание натуральных логарифмов), если логарифмический декремент затухания равен 0,04. Ответ: 25

**174.** Найдите логарифмический декремент затухания, если амплитуда колебаний уменьшилась в *е*  раз (*е* – основание натуральных логарифмов) за время, равное 20 периодам колебаний. Ответ: 0,05

**175.** В колебательной системе под действием периодически изменяющейся внешней силы установились вынужденные колебания . Найдите частоту (в Гц) колебаний внешней силы. Ответ: 5 Гц

**176.** Найдите момент инерции тела массой 5 кг, совершающего гармонические колебания с периодом 2с, если расстояние от точки подвеса до центра масс тела равно 0,5 м. Ответ: 2,5 кг∙м2

**177.** Математический маятник длиной 0,5 м колеблется с той же частотой, что и физический маятник массой 0,5 кг, у которого расстояние от точки подвеса до центра масс равно 10 см. Найдите момент инерции этого физического маятника. Ответ: 0,025 кг∙м2

**178.** Период малых вертикальных колебаний шарика, подвешенного на легкой пружине в воздухе, равен 1 с. При погружении шарика в вязкую жидкость период его колебаний увеличивается на 10%. Найдите коэффициент затухания колебаний (β). Ответ: 2,62 с –1

**179.** Под действием силы 0,1 Н пружина растягивается на 1 см. Найдите период гармонических колебаний, которые будет совершать небольшой груз массы 0,1 кг, подвешенный на этой пружине. Ответ: 0,63 с

**180\*.** Один груз под действием пружины совершает гармонические колебания с периодом 0,3 с, а другой, под действием той же пружины – колебания с периодом 0,4 с. Найдите жесткость этой пружины, если суммарная масса грузов составляет 0,5 кг. Ответ: 79 Н/м

**181\*.** Найдите период гармонических колебаний тонкого однородного стержня длиной 90 см относительно горизонтальной оси, проходящей через один его конец, если на другом конце укреплен маленький шарик с массой, равной двум массам стержня. Ответ: 2,5 с

**182\*.** Два тонких кольца совершают гармонические колебания около горизонтальных осей, проходящих через точки на их окружностях. Диаметр одного кольца на 30 см больше диаметра другого, а отношение частот их колебаний равно 2. Найдите эти циклические частоты. Ответ: 5 с–1 и 10 с–1

**183\*.** Математический маятник колеблется в вязкой среде, в которой сила сопротивления прямо пропорциональна скорости тела. Найдите число колебаний, через которое их амплитуда уменьшится в *е* 0,5  раз (*е* − основание натуральных логарифмов). Логарифмический декремент затухания равен 0,05.

Ответ: 10

**184\*.** Материальная точка совершает колебания по закону. Найдите амплитуду колебаний, если начальное смещение составляет 10 см, а начальная скорость 0,2 м/с. Круговая частота колебаний равна 2 с-1 .

Ответ: 14,1 см

**185\*.** Затухающие колебания происходят по закону. В момент времени  скорость колебаний в первый раз равна нулю. Найдите отношение круговой частоты колебаний к коэффициенту затухания. Ответ: 1

**186\*.** Найдите логарифмический декремент затухания для математического маятника длиной 80 см, если время релаксации равно 1,25 с. Ответ: 1,46

**Волновые процессы. Электромагнитные волны**

**187.** Звуковые колебания с частотой 680 Гц распространяются в воздухе. Длина волны 50 см. Найдите скорость звука. Ответ: 340 м/с

**188.** В точках волны, находящихся на одном луче на расстоянии 6 м друг от друга, разность фаз колебаний в волне составляет 0,75π. Найдите длину волны.

Ответ: 16 м

**189.** Длина монохроматической световой волны в стекле равна 4∙10–5 см. Частота колебаний в волне 5∙1014 Гц. Найдите показатель преломления стекла. Ответ: 1,5

**190.** Монохроматическая световая волна в прозрачном веществе с показателем преломления 1,6 имеет длину волны 3,75∙10−5 см. Найдите частоту колебаний в этой волне. Ответ: 5∙1014 Гц

**191.** Монохроматический свет падает на прозрачное вещество под углом 60°. Угол преломления при этом равен 30°. Длина световой волны в этом веществе составляет 300 нм. Найдите частоту волны. Ответ: 5,77∙1014 Гц

**192.** Синус угла полного внутреннего отражения для некоторого прозрачного вещества равен 0,55. Найдите длину волны монохроматического света в этом веществе (в нанометрах). Частота волны 5,5∙1014 Гц. Ответ: 300 нм

**193.** Монохроматическая световая волна в прозрачном немагнитном веществе с диэлектрической проницаемостью 2,56 имеет длину 375 нм. Найдите частоту этой волны. Ответ: 5∙1014 Гц

**194.** Электромагнитная волна распространяется в вакууме. Амплитуда напряженности электрического поля в волне равна 30 В/м. Длина волны 100 м. Найдите амплитуду плотности тока смещения в этой волне. Ответ: 5 мА/м2

**195.**  Плоская электромагнитная волна с частотой 3 МГц распространяется в некоторой среде. Амплитуда напряженности электрического поля в волне составляет 10 В/м, а амплитуда плотности тока смещения в ней 5 мА/м2. Найдите диэлектрическую проницаемость этой среды. Ответ: 3

**196.** Электромагнитная волна распространяется в веществе с диэлектрической проницаемостью 4,5. Амплитуда плотности тока смещения в этой волне составляет 5 мА/м2 , а амплитуда напряженности электрического поля 10 В/м. Найдите длину этой электромагнитной волны в вакууме. Ответ: 150 м

**197\*.** В немагнитном веществе с диэлектрической проницаемостью 4 распространяется плоская электромагнитная волна, амплитуда напряженности электрического поля в которой составляет 3 В/м. Найдите амплитуду магнитной индукции в этой волне. Ответ: 20 нТл

**198\*.** В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна с амплитудой напряженности магнитного поля в ней 4 мА/м. Найдите амплитуду напряженности электрического поля в этой волне.Ответ: 1,51 В/м

**199\*.** Плоская электромагнитная волна с частотой 300 МГц распространяется в среде с диэлектрической проницаемостью 3 и удельной проводимостью 0,1 См∙ м–1. Найдите отношение амплитуды плотности тока проводимости к амплитуде плотности тока смещения в этой волне. Ответ: 2

**200\*.** В некотором немагнитном веществе распространяется электромагнитная волна, амплитуда напряженности магнитного поля которой составляет 10,6 мА/м, а амплитуда напряженности электрического поля равна 2 В/м. Найдите диэлектрическую проницаемость этого вещества. Ответ: 4

**201\*.** Найдите среднее по времени значение величины вектора Пойнтинга в электромагнитной волне, распространяющейся в вакууме, в той точке волны, где амплитуда напряженности магнитного поля в волне равна13 мА/м.

Ответ: 31,8 мВт/м2

**202\*.** Найдите энергию, которую переносит за один час плоская электромагнитная волна, распространяющаяся в вакууме через площадку 100 см2, расположенную перпендикулярно направлению распространения волны. Амплитуда напряженности магнитного поля в волне 13 мА/м. Ответ: 1,14 Дж

**203\*.** В вакууме распространяется плоская электромагнитная волна с интенсивностью (средним по времени значением вектора Пойнтинга), равной 0,2 мВт/м2. Найдите амплитуду напряженности магнитного поля в волне. Ответ: 1,03 мА/м

**204\*.** Точечный источник излучает свет равномерно по всем направлениям. Найдите амплитуду напряженности электрического поля в волне на расстоянии 15 м от источника, если его полезная мощность равна 240 Вт. Ответ: 8 В/м

**Волновая оптика. Интерференция**

**205.** В опыте Юнга расстояние между щелями равно 2 мм, а расстояние от щелей до экрана равно 5 м. Найдите длину световой волны (в нм), если расстояние четвертого интерференционного максимума от центра интерференционной картины на экране равно 6 мм. Ответ: 600 нм

**206.** От двух когерентных источников света с длиной волны 0,6 мкм на экране наблюдается интерференционная картина. Когда на пути одного из лучей перпендикулярно ему поместили мыльную пленку с показателем преломления 1,33, интерференционная картина поменялась на противоположную. Найдите минимальную толщину пленки, при которой это возможно.

**207.** Монохроматический свет падает на тонкую стеклянную пластинку почти перпендикулярно. Показатель преломления стекла 1,5. Найдите максимальное отношение длины световой волны в вакууме к толщине пластинки, когда отраженный свет оказывается максимально ослабленным в результате интерференции. Ответ: 3

**208.** На мыльную пленку с показателем преломления 1,3 падает нормально пучок лучей белого света. Найдите (в нанометрах) минимальную толщину пленки, при которой отраженный свет с длиной волны 0,52 мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции. Ответ: 100 нм

**209\*.** Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной поверхности. Найдите радиус кривизны сферической поверхности линзы, если в картине интерференции в отраженном свете радиус двенадцатого темного кольца (не считая центрального темного пятна) равен 2,4 мм. Длина волны света 600 нм. Ответ: 80 см

**210\*.** Расстояние между вторым и первым темными кольцами Ньютона в отраженном свете равно 1 мм. Найдите расстояние между десятым и девятым кольцами.Ответ: 0,39 мм

**Волновая оптика. Дифракция**

**211.** Монохроматический свет падает нормально на дифракционную решетку. Период решетки в 4,8 раза больше длины волны. Найдите общее число максимумов в картине дифракции. Ответ: 9

**212.** Дифракционная решетка содержит 200 штрихов (щелей) на каждый миллиметр длины. На решетку падает нормально монохроматический свет с длиной волны 0,6 мкм. Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

Ответ: 8

**213.** Монохроматический свет падает нормально на дифракционную решетку, период которой в 4,62 раза больше длины волны. Найдите угол дифракции, под которым наблюдается максимум наибольшего порядка. Ответ: 60°

**214.** Монохроматический свет падает нормально на дифракционную решетку, период которой в 6 раз больше длины волны. Найдите угол между третьими симметричными максимумами в картине дифракции. Ответ: 60°

**215.** На дифракционную решетку нормально падает свет с длиной волны 625 нм. Найдите число щелей решетки, приходящихся на один сантиметр ее ширины, если максимум второго порядка наблюдается под углом 30°. Ответ: 4000

**216.** Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол 30⁰. Найдите, на какой угол отклонен максимум третьего порядка.

Ответ: 48,6⁰

**217.** Свет падает нормально на дифракционную решетку. Для длины волны λ1 максимум второго порядка наблюдается под углом 45°, а для длины волны λ2 максимум третьего порядка наблюдается под углом 60°. Найдите отношение длин волн λ1/λ2. Ответ: 1,22

**218.** При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница (*λ =* 400 нм) спектра третьего порядка? Ответ: 600нм

**Волновая оптика. Поляризация**

**219.** Найдите тангенс угла полной поляризации света, отраженного от границы раздела воздуха с диэлектриком, если угол полного внутреннего отражения для этой границы составляет 45°. Ответ: 1,41

**220.** Найдите угол полной поляризации света, отраженного от границы раздела воздуха с диэлектриком, диэлектрическая проницаемость которого равна 3.

Ответ: 60°

**221.** Угол полной поляризации света, отраженного от границы раздела воздуха с диэлектриком, равен 66°. Найдите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика. Ответ: ~ 4

**222.** Синус угла полной поляризации света, отраженного от границы раздела воздуха с диэлектриком, равен 0,865. Найдите диэлектрическую проницаемость этого диэлектрика. Ответ: 3

**223.** Найдите, под каким углом к горизонту должно находиться Солнце, чтобы его лучи после отражения от бассейна были полностью плоско поляризованы. Диэлектрическую проницаемость воды для высокочастотного электрического поля принять равной 3. Ответ: 30°

**224.** Естественный свет падает на поляроид с коэффициентом поглощения 0,2. Найдите, во сколько раз интенсивность падающего света больше интенсивности света, прошедшего поляроид. Ответ: 2,5

**225.** Интенсивность естественного света после прохождения системы из двух поляроидов ослабляется в 8 раз. Пренебрегая поглощением света, найдите угол между плоскостями пропускания этих поляроидов. Ответ: 60°

**226.** Свет проходит через систему из трех поляроидов. Углы между плоскостью пропускания среднего поляроида с плоскостями пропускания крайних поляроидов одинаковы и равны 30°. Пренебрегая поглощением света, найдите, во сколько раз ослабляется интенсивность естественного света после прохождения через эту систему. Ответ: 3,56

**227\*.** Интенсивность естественного света после прохождения системы из двух несовершенных (с коэффициентом поглощения 0,2) поляроидов ослабляется в 12,5 раз. Найдите угол между плоскостями пропускания этих поляроидов. Ответ: 60°

**228\*.** При падении естественного света на некоторый поляроид проходит 40% светового потока, а через два таких поляроида проходит 8% естественного света. Найдите угол между плоскостями пропускания этих поляроидов.