

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

№ 1 Электростатическое взаимодействие заряженных тел

1. Два шарика массой 0,1 г каждый подвешены в одной точке на нитях длиной 20 см каждая. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол 60° . Найти заряд каждого шарика.

2. Какой заряд надо сообщить каждому шарiku, чтобы сила взаимного отталкивания двух шариков уравновесила силу взаимного притяжения их по закону тяготения Ньютона? Массы шариков 1 г.

3. Два одинаковых заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол α . Шарики погружают в масло плотностью 800 кг/м^3 . Определить диэлектрическую проницаемость масла, если угол расхождения нитей не изменился. Плотность шариков 1600 кг/м^3 .

4. Расстояние между двумя точечными зарядами 1 мкКл и -1 мкКл равно 10 см. Определить силу, действующую на заряд величиной 0,1 мкКл, удаленный на расстояние 6 см от первого заряда и на расстояние 8 см от второго.

5. Каков должен быть заряд частицы массой 2 мг, чтобы она удерживалась в равновесии в электрическом поле с напряженностью 500 В/м, направленном вертикально вниз?

6. Три точечных заряда величиной 1 нКл каждый расположены в вершинах равностороннего треугольника со стороной a . Какой заряд нужно поместить в центре треугольника, чтобы указанная система зарядов находилась в равновесии?

7. На расстоянии 2 м друг от друга расположены шары, несущие по заряду 1,1 мкКл каждый. С какой силой они будут действовать на заряд, равный 1 нКл, находящийся на расстоянии 2 м от каждого из них?

8. Маленький шарик весом 3 мН, подвешенный на тонкой шелковой нити, несет на себе заряд 10 нКл. Под ним на расстоянии 3 см устанавливают заряженный шарик, причем натяжение нити уменьшается в два раза. Определить заряд второго шарика.

9. В вершинах правильного шестиугольника со стороной 10 см расположены точечные заряды 1, 2, 3, 4, 5 и 6 мкКл соответственно. Найти силу, действующую на точечный заряд величиной 1 мкКл, лежащий в плоскости шестиугольника и равноудаленный от его вершин.

10. Вычислить силу электростатического отталкивания между ядром атома натрия и протоном считая, что протон подошел к ядру на расстояние $6 \cdot 10^{-12}$ см. Заряд ядра натрия в 11 раз больше заряда протона.

11. В центре квадрата, в вершинах которого помещены заряды величиной 2,33 нКл, помещен отрицательный заряд. Найти величину этого заряда, если результирующая сила, действующая на каждый заряд, равна нулю.

12. Два точечных заряда +10 нКл и +40 нКл закреплены на расстоянии 60 см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, соединяющей заряды, надо поместить третий заряд, чтобы он находился в равновесии. Определить знак заряда для устойчивого равновесия.

13. Тонкая бесконечная нить согнута под углом 90° . Нить равномерно заряжена. На расстоянии 50 см от угла на продолжении одной из сторон расположен точечный заряд величиной 0,1 мкКл, на который со стороны нити действует сила 4,03 мН. Определить линейную плотность заряда нити.

14. Тонкий длинный стержень равномерно заряжен. На продолжении оси стержня находится точечный заряд 10 нКл. Расстояние от заряда до конца стержня равно 20 см. Сила взаимодействия стержня и заряда равна 4,5 мН. Определить линейную плотность заряда.

15. Тонкий очень длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью 10 мкКл/м. На перпендикуляре к оси стержня, восстановленного из его конца, находится точечный заряд 10 нКл. Найти силу взаимодействия стержня и заряда, если расстояние от конца стержня до заряда 20 см.

№ 2 Напряженность электростатического поля

1. Расстояние между двумя точечными зарядами +8 нКл и -5,3 нКл равно 40 см. Вычислить напряженность поля в точке, лежащей посередине между зарядами.

2. Расстояние между двумя точечными зарядами величиной 9 мкКл и 1 мкКл равно 8 см. На каком расстоянии от первого заряда находится точка, в которой напряженность электрического поля равна нулю?

3. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами 10 нКл и -20 нКл. Расстояние между зарядами 20 см. Определить напряженность поля в точке, удаленной от первого заряда на 30 см и от второго на 50 см.

4. Три одинаковых заряда 1 нКл каждый, расположены в вершинах прямоугольного треугольника с катетами 40 см и 30 см . Найти напряженность электрического поля, создаваемого всеми зарядами в точке пересечения гипотенузы с перпендикуляром, опущенным из вершины прямого угла.

5. Четыре одноименных заряда по 20 нКл расположены в вершинах квадрата со стороной 10 см . Определить напряженность электрического поля на расстоянии 20 см от центра квадрата на продолжении диагонали.

6. На отрезке тонкого прямого проводника длиной 10 см равномерно распределен заряд с линейной плотностью 3 мкКл/м . Вычислить напряженность поля, создаваемого этим зарядом, в точке, расположенной на оси проводника и удаленной на 10 см от ближайшего конца отрезка.

7. Тонкое кольцо радиусом 8 см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью 10 нКл/м . Определить напряженность электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние 10 см .

8. Тонкий стержень длиной 10 см заряжен с линейной плотностью 400 нКл/м . Найти напряженность электрического поля в точке, расположенной на перпендикуляре к стержню, проведенному через один из его концов, на расстоянии 8 см от этого конца.

9. Тонкий стержень длиной 12 см заряжен с линейной плотностью 200 нКл/м . Найти напряженность электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 5 см от стержня против его середины.

10. Бесконечно длинная тонкостенная металлическая труба радиусом 2 см равномерно заряжена с поверхностной плотностью 1 нКл/м^2 . Определить напряженность поля в точках, отстоящих от оси трубы на расстояниях 1 см и 3 см .

11. Эбонитовый шар радиусом 5 см несет заряд, равномерно распределенный с объемной плотностью 10 нКл/м^3 . Определить напряженность поля на расстоянии 3 см от центра шара. Диэлектрическая проницаемость $\epsilon=3$. Результат округлить до сотых.

12. Лист стекла толщиной 2 см равномерно заряжен с объемной плотностью 1 мкКл/м^3 . Определить напряженность поля на поверхности стекла. Диэлектрическая проницаемость $\epsilon=7$.

13. Бесконечно длинная нить заряжена с линейной плотностью 1667 мкКл/м . Определить напряженность поля на расстоянии 5 см от нити.

14. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями 1 нКл/м^2 и 3 нКл/м^2 . Определить напряженность поля между пластинами и вне их. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

15. Две концентрические металлические сферы радиусами 6 см и 10 см несут соответственно заряды $+1 \text{ нКл}$ и $-0,5 \text{ нКл}$. Найти напряженность поля в точке на расстоянии 9 см от центра сфер.

№ 3 Потенциал электростатического поля. Работа. Энергия.

1. Заряды диполя $-q$ и $+q$ помещены соответственно в точках А и В. На каком расстоянии ОС от центра диполя О потенциал поля диполя будет такой же, как потенциал поля, создаваемого зарядом $+q$, помещенным в точке О?

2. Какую работу надо совершить, чтобы развести точечные заряды, находящиеся в вершинах треугольника АВС: $q_A=3 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, $q_B=5 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, $q_C=-6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$, $AB=0,3 \text{ м}$, $BC=0,5 \text{ м}$, $AC=0,6 \text{ м}$, на такое расстояние, чтобы силы их взаимодействия можно было считать равными нулю. Заряды находятся в керосине.

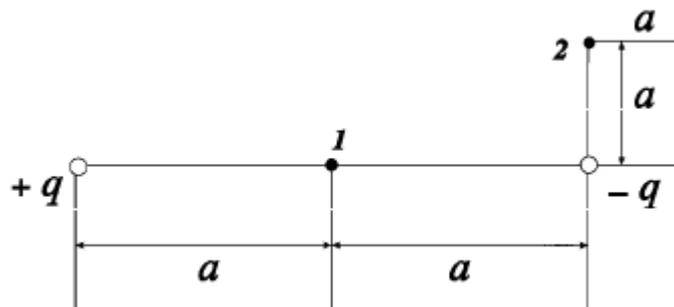
3. Вычислить потенциал, создаваемый тонким равномерно заряженным стержнем с линейной плотностью заряда $\tau=10 \text{ нКл/м}$ в точке расположенной на оси стержня и удаленной от ближайшего конца стержня на расстояние, равное длине стержня.

4. Электрическое поле создано тонким стержнем длиной $l=10 \text{ см}$, несущим равномерно распределенный заряд $q=1 \text{ нКл}$. Определить потенциал поля в точке, удаленной от концов стержня на расстояние, равное длине стержня.

5. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд $q=5 \text{ нКл}$ из центра равномерно заряженного кольца радиусом $R=10 \text{ см}$, с линейной плотностью $\tau=200 \text{ нКл/м}$ в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии 20 см от его центра?

6. Электрическое поле создано равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $\sigma=1$ мкКл/м². В этом поле вдоль прямой, составляющей угол $\alpha=60^\circ$ с плоскостью, из точки 1 в точку 2 перемещается точечный заряд $q=10$ нКл. Расстояние между точками $l=10$ см. Определить работу сил поля по перемещению заряда.

7. Определить работу по перемещению заряда $q=50$ нКл из точки 1 в точку 2 (смотри рисунок) в поле, созданном двумя зарядами, модуль которых равен 1 мкКл и $a=0,1$ м.



8. Тонкие стержни образуют квадрат со стороной длиной 5 см. Стержни заряжены с линейной плотностью $\tau=1,33$ нКл/м. Найти потенциал в центре квадрата.

9. Определить потенциальную энергию системы четырёх точечных зарядов, расположенных в вершинах квадрата со стороной 10 см. Заряды одинаковы по абсолютному значению $q=10$ нКл, но два из них отрицательны. Рассмотреть все возможные случаи.

10. Тонкий стержень согнут в полукольцо. Стержень заряжен с линейной плотностью $\tau=133$ нКл/м. Какую работу надо совершить, чтобы перенести заряд $q=6,7$ нКл из центра полукольца в бесконечность.

11. Имеется бесконечно длинная прямая нить, заряженная равномерно с линейной плотностью $\tau=0,4$ мкКл/м. Вычислить работу по перемещению заряда $q=1$ мКл из точки 1 в точку 2, если точка 2 находится в 2 раза дальше от нити, чем точка 1.

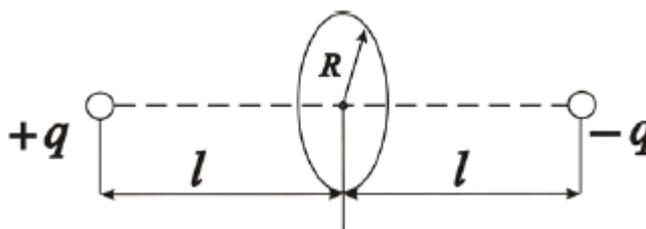
12. Найти объёмную плотность энергии электростатического поля в точке, находящейся на расстоянии 2 см от бесконечно длинной заряженной нити. Линейная плотность заряда на нити равна $1,67 \cdot 10^{-7}$ Кл/м.

13. Сплошной парафиновый шар радиусом $R=10$ см заряжен равномерно по объему с объёмной плотностью $\rho=10$ нКл/м³. Определить энергию электрического поля, сосредоточенную в самом шаре.

14. Равномерно заряженная бесконечно длинная нить, на единицу длины которой приходится заряд τ , имеет конфигурацию, показанную на рисунке. Найти выражение для потенциала в точке O . Радиус закругления R .



15. Два точечных заряда q и $-q$, заряженное кольцо радиуса R с линейной плотностью τ расположены так, как показано на рисунке. Определить потенциал в центре кольца.



№ 4 Конденсаторы. Диэлектрики

1. К батарее с ЭДС 700 В подключены два конденсатора емкостью 60 пФ и 8 пФ. Определить заряд на обкладках конденсаторов при их последовательном соединении.

2. Расстояние между обкладками плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектриков. Толщина каждого слоя соответственно равна 400 мкм и 700 мкм, а относительные диэлектрические проницаемости 40 и 30. Площадь каждой обкладки 720 см². Найти емкость конденсатора.

3. Конденсатор емкостью 17 мкФ, заряженный до разности потенциалов 626 В, соединили параллельно с заряженным до 24 В конденсатором неизвестной емкости. В результате соединения разность потенциалов на батарее конденсаторов стала равной 450 В. Определить емкость второго конденсатора.

4. Какую работу необходимо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами плоского вакуумного конденсатора площадью 100 см² от 0,03 до 0,1 м? Напряжение между пластинами конденсатора постоянно и равно 220 В.

5. Расстояние между пластинами плоского конденсатора равно 2,5 см, разность потенциалов $U=5$ кВ. Заряд каждой пластины равен 10 нКл. Определить энергию поля конденсатора.

6. Какое количество теплоты выделится при разряде плоского конденсатора, если разность потенциалов между пластинами равно 15 кВ, расстояние $d=1$ мм, диэлектрик – слюда и площадь каждой пластины равна 200 см^2 ?

7. Сила притяжения между пластинами плоского воздушного конденсатора равна 50 мН. Площадь каждой пластины равна 200 см^2 . Найти плотность энергии поля конденсатора.

8. В центре диэлектрического шара радиусом 56 см, относительная диэлектрическая проницаемость материала которого равна 46, помещен заряд 54 нКл. Шар окружен безграничным диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью 12. Определить поверхностную плотность поляризованных зарядов.

9. Находящаяся в вакууме изолирующая пластина с относительной диэлектрической проницаемостью 26, внесена в однородное электрическое поле с напряженностью 274 В/м так, что угол между нормалью к пластине и направлением внешнего поля составляет 58° . Найти плотность связанных зарядов, возникающих на поверхности пластины.

10. На сколько отличается от единицы относительная диэлектрическая проницаемость «идеального газа», состоящего из большего числа проводящих шариков радиусом 866 мкм? Концентрация шариков 1797 м^{-3} . шарик рассматривать как индуцированный диэлектрический диполь.

11. Обкладки плоского конденсатора имеют разноименные заряды по 878 нКл. Между обкладками находится диэлектрик. Его относительная диэлектрическая проницаемость изменяется от 49 у положительной обкладки до 23 у отрицательной обкладки. Определить суммарный связанный заряд, возникающий во всем объеме диэлектрика.

12. Лейденская банка емкостью 24 нФ заряжена до 76 кВ. Предполагая, что при зарядке 10% энергии расходуется в виде звуковых и электромагнитных волн, определить количество энергии, расходуемой на теплоту.

13. Площадь каждой пластины плоского воздушного конденсатора 711 см^2 , а расстояние между ними 11 мм. К пластинам приложена разность потенциалов 12

кВ. Конденсатор отключают от источника и пластины раздвигают до расстояния 49 мм. Определить, на сколько при этом изменится энергия конденсатора.

14. Плоский воздушный конденсатор, пластины которого расположены горизонтально, наполовину залит диэлектрической жидкостью с относительной диэлектрической проницаемостью 48. Какую часть конденсатора нужно залить этой же жидкостью при вертикальном расположении пластин, чтобы емкости в обоих случаях были одинаковыми.

15. На одной из пластин плоского воздушного конденсатора емкостью 73 пФ находится заряд 185 нКл, а на другой пластине – в 4 раза больший заряд. Заряды имеют одинаковый знак. Определить разность потенциалов между пластинами конденсатора.

№ 5 Цепи постоянного тока

1. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от 0 до 3 А в течение 10 с. Определить заряд, прошедший в проводнике за это время.

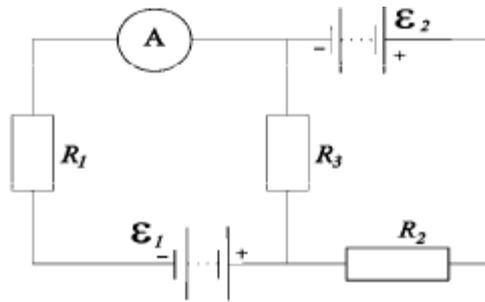
2. Три батареи аккумуляторов с ЭДС 12 В, 5 В и 10 В и одинаковыми внутренними сопротивлениями в 1 Ом, соединены между собой одноименными полюсами. Сопротивление соединительных проводов ничтожно мало. Определить силы токов, идущих через каждую батарею.

3. ЭДС батареи аккумуляторов 12 В, сила тока короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность можно получить во внешней цепи, соединённой с такой батареей?

4. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена одна секция, вода закипает через 10 минут, если другая, то через 20 минут. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно? Напряжение и КПД постоянны.

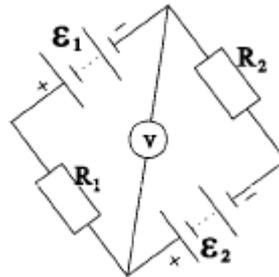
5. Сколько витков нихромовой проволоки надо намотать на фарфоровый цилиндр радиусом 2,5 см, чтобы получить нагревательный элемент сопротивлением 40 Ом. Диаметр проволоки 1 мм.

6. На схеме $\varepsilon_1=110$ В, $\varepsilon_2=220$ В, $R_1=R_2=100$ Ом и $R_3=500$ Ом. Найти показание амперметра.

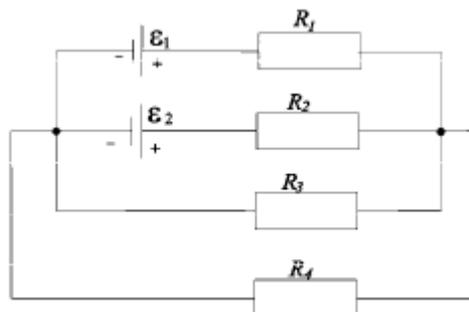


7. Для нагревания 4,5 л воды от 23°C до кипения нагреватель потребляет 0,5 кВт–час электрической энергии. Определить КПД нагревателя.

8. Во сколько раз ток, текущий через вольтметр, больше тока, текущего через сопротивление R_2 ? ЭДС источников тока одинаковы и $R_2=2R_1$. Сопротивлением источника тока пренебречь.



9. Определить напряжение на сопротивлениях $R_1=2\text{ Ом}$, $R_2=R_3=4\text{ Ом}$ и $R_4=2\text{ Ом}$, если $\varepsilon_1=10\text{ В}$, $\varepsilon_2=4\text{ В}$.



10. ЭДС элемента равна 6 В. При внешнем сопротивлении 1,1 Ом сила тока в цепи равна 3 А. Найти падение потенциала внутри элемента и его внутреннее сопротивление.

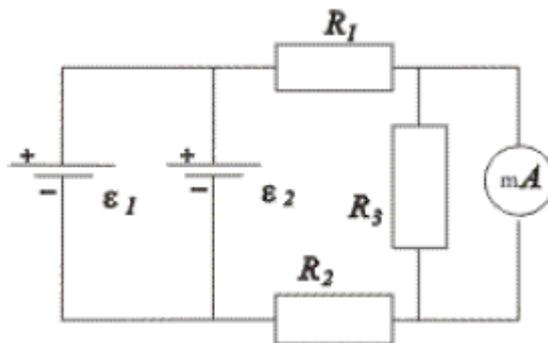
11. Сила тока в проводнике сопротивлением 12 Ом равномерно убывает от 5 А до 0 в течении 10 секунд. Определить количество теплоты, выделившееся в проводнике за это время.

12. Две группы из трёх последовательно соединённых элементов соединены параллельно одноимёнными полюсами. ЭДС каждого элемента 1,2 В и

внутреннее сопротивление 0,2 Ом. Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление 1,5 Ом. Найти силу тока во внешней цепи.

13. Если к источнику тока с ЭДС 1,5 В присоединили сопротивление 0,1 Ом, то амперметр показал силу тока в 0,5 А. Когда к источнику тока присоединили последовательно ещё источник тока с такой же ЭДС, то сила тока в сопротивлении стала 0,4 А. Определить внутреннее сопротивление источников тока.

14. Найти показание миллиамперметра, если $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = 1,5$ В, $r_1 = r_2 = 0,5$ Ом, $R_1 = R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 1$ Ом и сопротивление миллиамперметра 3 Ом.



15. От генератора с ЭДС 110 В передаётся энергия на расстояние 250 м. Потребляемая мощность 1 кВт. Найти сечение медных проводов, если потери мощности в сети не должны превышать 1%.

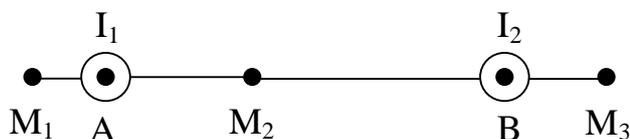
№ 6 Магнитное поле

1. Ток 20 А идёт по длинному проводнику, согнутому под прямым углом. Найти магнитную индукцию поля в точке, лежащей на биссектрисе этого угла и отстоящей от вершины угла на расстоянии 10 см.

2. Два круговых витка радиусом 4 см каждый расположены в параллельных плоскостях на расстоянии 5 см друг от друга. Магнитная индукция в центре одного из витков, при условии, что токи в витках одинаковы и текут в одном направлении, $B = 78$ мкТл. Найти токи в витках.

3. Требуется получить индукцию магнитного поля 1,25 мТл в соленоиде длиной 20 см и диаметром 5 см. Обмотка соленоида изготовлена из медной проволоки диаметром 0,5 мм. Найти ток, проходящий через обмотку и разность потенциалов, прикладываемую к концам обмотки. Считать поле соленоида однородным.

4. Расстояние АВ между проводниками равно 10 см, $I_1=20\text{А}$, $I_2=30\text{А}$. Найти магнитную индукцию создаваемую токами I_1 и I_2 в точках M_1 , M_2 и M_3 . Расстояние $M_1A=2$ см, $AM_2=4$ см, $BM_3=3$ см.



5. По контуру в виде равностороннего треугольника идёт ток с силой 40 А. Магнитная индукция в точке пересечения высот треугольника $B=240$ мкТл. Найти длину проводника, из которого сделан контур.

6. По тонкому проводу, изогнутому в виде прямоугольника, течёт ток силой 60 А. Длины сторон прямоугольника равны 30 см и 40 см. Определить магнитную индукцию B в точке пересечения диагоналей.

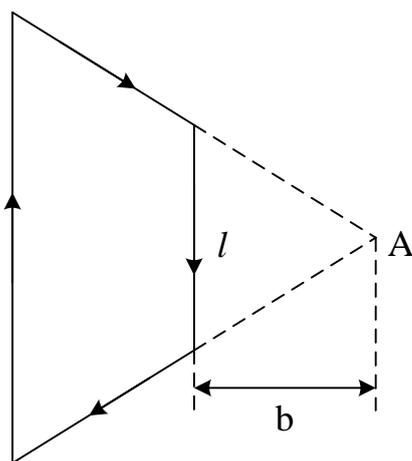
7. Тонкое кольцо радиусом 10 см несёт на себе равномерно распределённый заряд. Кольцо равномерно вращается с частотой 1200 об/мин, вокруг оси, проходящей через центр кольца перпендикулярно его плоскости. Определить заряд на кольце, если индукция магнитного поля в центре кольца равна $3,8 \cdot 10^{-9}$ Тл.

8. Два прямолинейных длинных проводника расположены параллельно на расстоянии 10 см друг от друга. По проводникам текут токи 5 А в противоположных направлениях. Найти индукцию магнитного поля в точке находящейся на расстоянии 10 см от каждого проводника.

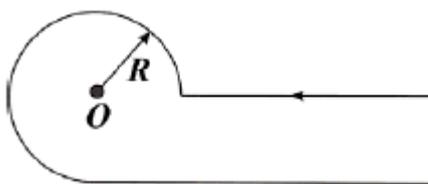
9. Напряжённость магнитного поля в центре кругового витка радиусом 11 см равна 64 А/м. Найти индукцию магнитного поля на оси витка на расстоянии 10 см от его плоскости.

10. Два бесконечно длинных провода скрещены под прямым углом. По проводам текут токи силой $I_1=80$ А и $I_2=60$ А. Расстояние между проводниками равно 10 см. Определить магнитную индукцию B в точке А, одинаково удалённой от обоих проводников.

11. Ток силы 6,28 А циркулирует в контуре, имеющем форму равнобокой трапеции. Отношение оснований трапеции равно 2. Найти магнитную индукцию в точке А, лежащей в плоскости трапеции меньшее основание трапеции $l=10$ см, расстояние $b=5$ см.

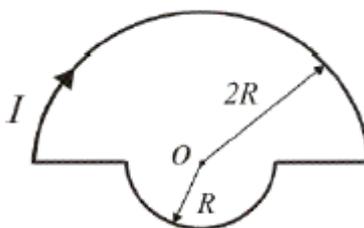


12. Бесконечно длинный тонкий проводник с током силой 50 А имеет плоскую петлю радиусом $R=10$ см. Определить в точке O магнитную индукцию поля, создаваемого этим током.



13. Бесконечно длинный провод образует круговую петлю касательную к проводу. По проводу течёт ток силой 5 А. Найти радиус петли, если известно, что индукция магнитного поля в центре петли равна $51,2$ мкТл.

14. По плоскому контуру из тонкого провода течёт ток силой $I=100$ А. Определить магнитную индукцию B поля, создаваемого этим током в точке O . Радиус $R=20$ см.



15. Тонкий провод изогнут в виде правильного шестиугольника. Длина стороны шестиугольника равна 10 см. Определить магнитную индукцию B в центре шестиугольника, если по проводу течёт ток силой $I=25$ А.

№ 7 Сила Лоренца и сила Ампера

1. Рамка гальванометра длиной 4 см и шириной 1,5 см содержит 200 витков тонкого провода. Рамка помещена в магнитное поле с индукцией 0,1 Тл так, что

плоскость рамки параллельна линиям индукции. Найти магнитный момент рамки, если по рамке течет ток 1 мА.

2. Рамка гальванометра площадью 1 см^2 , содержащая 200 витков тонкого провода, подвешена на упругой нити в магнитном поле с индукцией 5 мТл, так, что нормаль к плоскости рамки перпендикулярна линиям магнитной индукции. Найти постоянную кручения нити, если при пропускании по рамке тока 2 мкА рамка поворачивается на угол 30° .

3. Определить силу отталкивания двух параллельных проводов, находящихся на расстоянии 20 см друг от друга, если их длина 2 м и по ним текут токи 10 кА.

4. Три параллельных прямых провода расположены на одинаковом расстоянии 10 см друг от друга. Определить силу, действующую на отрезок длиной 1 м каждого провода, если по ним текут одинаковые токи 100 А, причем направления токов в двух проводах совпадают.

5. Прямой длинный провод расположен в одной плоскости с квадратной рамкой так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу течет ток 1 кА. Определить силу, действующую на рамку, если ближайшая сторона рамки находится от провода на расстоянии, равном ее длине.

6. Короткая катушка содержит 200 витков провода, по которому течет ток 4 А. Площадь поперечного сечения катушки 150 см^2 . Катушка помещена в однородно магнитное поле напряженностью 8 кА/м так, что ее ось составляет угол 60° с линиями индукции. Определить магнитный момент катушки.

7. Определить силу, действующую на тонкий провод в виде дуги, составляющей треть кольца радиусом 15 см, если по проводу течет ток 30 А и провод находится в магнитном поле индукцией 20 мТл. Плоскость, в которой лежит дуга, перпендикулярна линиям магнитной индукции.

8. По тонкому проводу в виде кольца радиусом 20 см течет ток 200 А. Перпендикулярно плоскости кольца возбуждено магнитное поле с индукцией 20 мТл. Определить силу, растягивающую кольцо.

9. Вычислить скорость и энергию α -частиц, вылетающих из циклотрона, если перед выходом они движутся по окружности радиусом 50 см. Индукция магнитного поля 1,7 Тл.

10. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле со скоростью $0,8c$ ($c=3 \cdot 10^8$ м/с). Индукция магнитного поля равна $0,01$ Тл. Определить радиус окружности, учитывая увеличение массы электрона со скоростью и без учета этого эффекта.

11. Определить период вращения и скорость электрона при его движении по винтовой линии в однородном магнитном поле с индукцией 9 мТл. Радиус винтовой линии 1 см и ее шаг $7,8$ см.

12. Определить скорость и энергию протона, сделавшего 40 оборотов в циклотроне, если максимальное значение разности потенциалов между дуантами равно 60 кВ.

13. Кольцо радиусом 10 см находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,32$ Тл. Плоскость кольца составляет угол 30° с линиями индукции. Найти магнитный поток.

14. Протон и электрон, ускоренные одинаковой разностью потенциалов, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона больше радиуса кривизны траектории электрона?

15. Протон и электрон, двигаясь с одинаковой скоростью, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона больше радиуса кривизны траектории электрона?

№ 8 Электромагнитная индукция

1. Определить среднее значение ЭДС индукции в контуре, если магнитный поток, пронизывающий контур, изменяется от 0 до 40 мВб за время 2 мс.

2. На картонный каркас длиной 50 см и площадью поперечного сечения 8 см² намотан тонкий провод в один слой так, что витки плотно прилегают друг к другу. Индуктивность соленоида равна $12,56$ мГн. Каков диаметр провода?

3. Кольцо из проволоки сопротивлением 1 мОм находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,4$ Тл. Плоскость кольца перпендикулярна линиям индукции. Определить заряд, который протечет по кольцу, если его выдернуть из поля. Площадь кольца 10 см².

4. Определить мощность, которую необходимо затратить для движения прямого провода длиной 10 см в магнитном поле с индукцией 1 Тл со скоростью

20 м/с перпендикулярно силовым линиям. Сопротивление всей цепи равно 0,4 Ом.

5. По двум параллельным стержням, расположенным горизонтально и находящимся на расстоянии 20 см друг от друга, скользит перемычка со скоростью 1 м/с, так как стержни находятся в вертикальном магнитном поле с индукцией 1,5 Тл и к стержням приложена ЭДС, равная 0,5 В. Сопротивление перемычки 0,02 Ом. Определить ЭДС индукции, возникающей в перемычке.

6. Определить индуктивность двухпроводной линии на участке длиной 1 км, если радиус провода равен 1 мм и расстояние между осевыми линиями проводов равно 0,4 м. (Учесть только поток, пронизывающий контур, ограниченный проводами.)

7. Стержень длиной 10 см вращается относительно оси, проходящей через один из его концов, в однородном магнитном поле с индукцией 0,4 Тл. Плоскость вращения перпендикулярна силовым линиям поля. Определить разность потенциалов на концах стержня при частоте вращения 16 об/с.

8. Рамка площадью 50 см^2 , содержащая 100 витков, равномерно вращается в однородном магнитном поле с индукцией 40 мТл. Определить максимальное значение ЭДС индукции, если рамка вращается с частотой 96 об/с и ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции.

9. Соленоид содержит 4000 витков провода, по которому течет ток силой 20 А. Определить магнитный поток и потокосцепление, если индуктивность соленоида равна 0,4 Гн.

10. Найти зависимость ЭДС в катушке от времени и зависимость энергии магнитного поля от времени, если через катушку индуктивностью 0,021 Гн течет ток, изменяющийся со временем по закону $I=I_0\sin\omega t$, где $I_0=5\text{А}$, и период колебаний тока $T=0,02\text{с}$.

11. Две катушки имеют взаимную индуктивность 5 мГн. В первой катушке сила тока меняется по закону $I=I_0\sin\omega t$, где $I_0=10\text{А}$, $\omega=100\pi$ рад/с. Найти зависимость от времени ЭДС, индуцируемой во второй катушке и максимальное значение этой ЭДС.

12. По проводу, согнутому в виде квадрата со стороной 10 см, течет ток силой 20 А. Плоскость квадрата составляет угол 20° с линиями индукции

магнитного поля $B=0,1$ Тл. Найти работу, которую надо совершить для удаления провода за пределы поля.

13. Контур, состоящий из сопротивления 10 Ом и индуктивности 1 Гн, отключили от источника тока. Определить время, через которое сила тока уменьшится до $0,1\%$ от первоначального значения.

14. Определить время, через которое в катушке установится ток, равный половине максимального, если катушка имеет сопротивление 10 Ом и индуктивность $0,144$ Гн после включения катушки в цепи питания.

15. Соленоид длиной 20 см и диаметром 2 см содержит 200 витков медной проволоки сечением 1 мм². Через сколько времени в соленоиде ток уменьшится в два раза при его отключении от источника питания и замыкания накоротко?

№ 9 Электромагнитные колебания и волны

1. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $2,22$ нФ и катушки, намотанной из медной проволоки диаметром $0,5$ мм. Длина катушки 20 см, площадь поперечного сечения 3 см². Найти логарифмический декремент затухания колебаний и добротность контура. Округлить до тысячных.

2. Два конденсатора емкостью $0,2$ мкФ и $0,1$ мкФ включены последовательно в цепь переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц. Найти: 1) силу тока в цепи; 2) падение потенциала на первом и втором конденсаторах.

3. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью $1,2$ мГн и конденсатора переменной емкости от 12 нФ до 80 нФ. Определить диапазон длин электромагнитных волн, которые могут вызвать резонанс в этом контуре. Активное сопротивление контура принять равным нулю.

4. Обмотка катушки состоит из 500 витков медного провода площадью поперечного сечения 1 мм². Длина катушки 50 см и ее диаметр 5 см. При какой частоте переменного тока полное сопротивление катушки вдвое больше ее активного сопротивления?

5. В цепь переменного тока напряжением 220 В включены последовательно: емкость, активное сопротивление и индуктивность. Найти падение напряжения на омическом сопротивлении U_R , если известно, что падение напряжения на конденсаторе $U_C=2U_R$ и падение напряжения на индуктивности $U_L=3U_R$.

6. Определить отношение энергии магнитного поля колебательного контура к энергии его электрического поля для момента времени $T/8$.

7. Конденсатор емкостью 1 мкФ и реостат с активным сопротивлением 3 кОм включены в цепь переменного тока частотой 50 Гц . Индуктивность реостата ничтожно мала. Найти полное сопротивление цепи, если конденсатор и реостат соединены последовательно.

8. Активное сопротивление колебательного контура $0,33 \text{ Ом}$. Какую мощность в мкВт потребляет контур при поддержании в нем незатухающих колебаний с амплитудой силы тока 30 мА .

9. В среде с $\epsilon=4$ и $\mu=1$ распространяется плоская электромагнитная волна. Амплитуда напряженности электрического поля волны 200 В/м . На пути волны, перпендикулярно ее распространению располагается поглощающая поверхность в виде круга радиусом 300 мм . Какую энергию поглощает эта поверхность за время 1 мин ? Считать $t \gg T$, где T -период волны.

10. Уравнение изменения силы тока в колебательном контуре со временем имеет вид $I = -0,02 \sin 400\pi t \text{ (А)}$. Индуктивность контура 1 Гн . Найти 1) период колебаний; 2) емкость конденсатора контура; 3) максимальную разность потенциалов на обкладках конденсатора; 4) максимальную энергию магнитного поля; 5) максимальную энергию электрического поля.

11. В цепи, состоящей из последовательно соединенных активного сопротивления 20 Ом , катушки индуктивностью 1 мГн и конденсатора $0,1 \text{ мкФ}$ действует синусоидальная ЭДС. Определить частоту ЭДС, при которой в цепи наступает резонанс. Найти максимальные значения силы тока и напряжений на всех элементах цепи при резонансе, если при этом максимальное значение ЭДС 30 В .

12. Плотность потока энергии электромагнитной волны при распространении ее в вакууме составляет $1,34 \cdot 10^{-9} \text{ Дж/(м}^2 \cdot \text{с)}$. Найти амплитуды напряженности электрического и магнитного полей.

13. Найти разность фаз колебаний вектора напряженности электрического поля электромагнитной волны если расстояния от источника колебаний до точек, где происходят эти колебания составляют соответственно 10 м и 15 м . Период колебаний $5 \cdot 10^{-8} \text{ с}$.

14. Конденсатор емкостью 1 мкФ и реостат с активным сопротивлением 3000 Ом включены параллельно в цепь переменного тока частотой 50 Гц. Найти полное сопротивление цепи и сдвиг фаз между напряжением и током.

15. Индуктивность 22,6 мГн и активное сопротивление включены параллельно в цепь переменного тока частотой 50 Гц. Найти сопротивление, если известно, что сдвиг фаз между напряжением и током равен 60° .

№ 10 Интерференция света

1. В опыте Юнга на пути одного из лучей поставили трубку, заполненную хлором. При этом вся картина сместилась на 20 полос. Чему равен показатель преломления хлора, если показатель преломления воздуха $n = 1,000276$. Длина волны света $\lambda = 589$ нм. Длина трубки $L = 2$ см.

2. На пути пучка света поставлена стеклянная пластинка толщиной 1 мм так, что угол падения луча 30° . На сколько изменится оптическая длина пути светового пучка.

3. При освещении зеркал Френеля светом $\lambda = 486$ нм на экране, отстоящем на 2 м от линии пересечения зеркал, наблюдают интерференционные полосы, ширина которых 1 мм. Источник света находится на расстоянии 10 см от линии пересечения зеркал Френеля. Определить угол между зеркалами.

4. Найти длину волны, если в установке опыта Юнга расстояние от первого максимума до центральной полосы равно 0,05 см. Расстояние между щелями 0,5 см, расстояние до экрана 5 м.

5. Воздушный клин имеет наибольшую толщину 0,01 мм. При нормальном падении лучей в отраженном свете $\lambda = 580$ нм наблюдатель видит интерференционные полосы. Если пространство клина заполнить жидкостью, количество полос увеличится на 12. Определить показатель преломления жидкости.

6. Оптическая сила плоско-выпуклой линзы ($n = 1,5$) 0,5 дптр. Линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке. Определить радиус седьмого темного кольца Ньютона в проходящем свете $\lambda = 0,5$ мкм.

7. Найти все длины волн видимого света (от 0,76 мкм до 0,38 мкм), которые будут: 1) максимально усилены; 2) максимально ослаблены при оптической разности хода интерферирующих волн, равной 1,8 мкм.

8. На мыльную пленку падает белый свет под углом 45° к поверхности пленки. При какой толщине пленки отраженные лучи будут окрашены в желтый цвет ($\lambda = 600$ нм)? Показатель преломления мыльной воды $n = 1,33$.

9. Найти расстояние между 20 и 21 светлыми кольцами Ньютона, если расстояние между 2 и 3 равно 1 мм, а кольца наблюдаются в отраженном свете.

10. На тонкий стеклянный клин падает нормально свет $\lambda = 600$ нм. Расстояние между соседними интерференционными полосами в отраженном свете 0,4 мм. Определить угол между поверхностями клина. Показатель преломления стекла 1,6.

11. Определить расстояние между 10 и 12 светлыми кольцами Ньютона в проходящем свете, если расстояние между 5 и 15 темными кольцами равно 2 мм.

12. Установка для получения колец Ньютона освещается монохроматическим светом. Наблюдение ведется в отраженном свете. Радиусы двух соседних темных колец равны соответственно 4 мм и 4,38 мм. Радиус кривизны линзы равен 6,4 м. Найти порядковые номера колец и длину волны падающего света.

13. Двояковыпуклая несимметричная линза одной из поверхностей лежит на стеклянной пластинке. В проходящем свете радиус 10-го темного кольца равен 1 мм. Если линзу перевернуть на другую сторону, то радиус этого же кольца равен 2 мм. Определить фокусное расстояние этой линзы. Длина волны 589 нм, показатель преломления линзы 1,5.

14. Во сколько раз возрастет радиус k -того темного кольца Ньютона в отраженном свете, если длину волны света увеличить в 1,5 раза.

15. Клиновидная пластинка шириной 100 мм имеет у одного края толщину 2,254 мм у другого 2,283 мм. Показатель преломления пластинки 1,5. Свет длиной волны 655 нм падает на пластинку под углом 30° . Определить ширину интерференционной полосы в отраженном свете.

№ 11 Дифракция света

1. Монохроматический свет длиной волны 0,6 мкм падает нормально на диафрагму с отверстием диаметром 6 мм. Сколько зон Френеля укладывается в отверстии, если экран расположен в 3 м за диафрагмой и какое (темное или светлое) пятно будет в центре диафрагмы?

2. С помощью дифракционной решетки с периодом 20 мкм требуется разрешить дублет натрия с длинами волн 589,0 нм и 589,6 нм в спектре второго порядка. При какой наименьшей длине решетки это возможно?

3. Радиус четвертой зоны Френеля для плоского волнового фронта 3 мм. Определить радиус двенадцатой зоны Френеля из той же точки наблюдения.

4. Расстояние от источника света с длиной волны 0,5 мкм до волновой поверхности и от волновой поверхности до экрана равно по 1 м. Вычислить радиусы первых пяти зон Френеля.

5. На круглое отверстие радиусом 2 мм в непрозрачном экране падает параллельный пучок света с длиной волны 0,5 мкм. На каком максимальном расстоянии от отверстия на экране в центре дифракционной картины будет наблюдаться темное пятно?

6. Ширина прозрачного и непрозрачного участков дифракционной решетки в пять раз больше длины волны падающего света. Определить углы, соответствующие трем наблюдаемым максимумам.

7. Белый свет с границами видимости от 400 нм до 780 нм падает на дифракционную решетку, содержащую 500 штрихов на 1 мм. Определить ширину спектра первого порядка, если расстояние до экрана от решетки с линзой равно 3 м.

8. При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков частично перекрывают друг друга. Определить длину волны в спектре второго порядка, которая накладывается на фиолетовую линию с длиной волны 0,4 мкм в спектре третьего порядка.

9. Найти ширину изображения щели на экране, удаленном от щели на 1 м, если свет с длиной волны 0,5 мкм падает на щель шириной 20 мкм. Шириной изображения щели считать расстояние между первыми дифракционными минимумами по обе стороны от главного максимума.

10. На щель шириной 3,6 мкм падает параллельный пучок света с длиной волны 0,6 мкм. Определить угол наблюдения третьего дифракционного минимума.

11. На грань кристалла каменной соли под углом скольжения $31^\circ 3'$ падает параллельный пучок рентгеновских лучей с длиной волны 0,147 нм. Определить

расстояние между атомными плоскостями в кристалле, если при этом угле скольжения наблюдается дифракционный максимум второго порядка.

12. Какой должна быть ширина щели, чтобы первый минимум наблюдался под углом 90° при освещении красным светом с длиной волны 760 нм ?

13. На щель шириной 7 мкм нормально падает излучение с длиной волны 538 нм . Сколько будет наблюдаться дифракционных максимумов, считая центральный?

14. Дифракционная решетка содержит 1000 щелей. Какова ее ширина, если под углом 90° наблюдается 5000 -й добавочный минимум дифракционной картины для желтой линии натрия с длиной волны 590 нм .

15. Период дифракционной решетки $0,005 \text{ мм}$. Определить число наблюдаемых главных максимумов в спектре дифракционной решетки для длины волны 760 нм .

№ 12 Поляризация света

1. Угол поворота плоскости поляризации желтого света, при прохождении через трубку с раствором сахара, равен 40° . Длина трубки 15 см . Удельное вращение сахара равно $0,0117 \text{ рад} \cdot \text{м}^3 / (\text{м} \cdot \text{кг})$. Определить плотность жидкости.

2. Плоско поляризованный монохроматический свет падает на поляризатор и полностью гасится. Когда на пути луча поместили кварцевую пластинку, то интенсивность света после поляризатора стала равна половине интенсивности падающего света. Определить минимальную толщину пластинки. Постоянная вращения кварца – $48,9 \text{ гр/мм}$.

3. Два поляризатора расположены так, что угол между их плоскостями пропускания равен 60° . Определить во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света при прохождении через систему поляризаторов, если потери в каждом поляризаторе составляют 5% падающего света.

4. Естественный луч света падает на полированную поверхность стеклянной пластинки, погруженной в жидкость. Отраженный луч от пластинки образует угол 97° с падающим лучом. Определить показатель преломления жидкости. Показатель преломления стекла $1,5$.

5. Определить угол преломления, если при отражении пучка света от поверхности жидкости при угле падения, равном 54° , отраженный луч полностью поляризован.

6. Определить угловую высоту Солнца над горизонтом, если солнечный луч, отраженный от поверхности воды, полностью поляризован. Показатель преломления воды 1,33.

7. Под каким углом должен падать пучок света из воздуха на поверхность жидкости, налитой в стеклянный сосуд, чтобы свет, отраженный от дна сосуда, был полностью поляризован. Показатель преломления жидкости 1,08, стекла - 1,65.

8. Угол Брюстера при падении из воздуха на кристалл каменной соли равен 57° . Определить скорость света в этом кристалле.

9. Параллельный пучок света падает на сферическую каплю воды так, что крайний луч дает полностью поляризованный отраженный свет. Определить угол между падающим и отраженным лучами. Показатель преломления воды 1,33.

10. Определить коэффициент преломления прозрачного вещества, для которого предельный угол полного внутреннего отражения равен углу полной поляризации.

11. Определить угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность прошедшего света уменьшилась в четыре раза.

12. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, проходящего через два николя, плоскости пропускания которых образуют угол 30° , если в каждом из николей теряется по 10% падающего света?

13. Найти угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света после прохождения их составила всего 9% интенсивности падающего света и потери света на поглощение и отражение составляют 8% в каждом из них.

14. Пучок естественного света, идущий в воде, отражается от грани алмаза, погруженного в воду. При каком угле падения отраженный луч полностью поляризован?

15. Распространяющийся в воде луч света падает на ледяную поверхность. Найти угол падения, если отраженный луч полностью поляризован. Показатель преломления воды 1,33, льда – 1,31.

№ 13 Фотозффект

1. Какой наименьшей скоростью теплового движения должны обладать свободные электроны в цезии ($A = 1,9$ эВ) для того, чтобы они смогли покинуть металл?

2. Определить наибольшую длину световой волны, при которой может иметь место фотозффект для платины ($A = 5,3$ эВ).

3. Работа выхода фотоэлектрона из поверхности металла равна $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Найти длину волны лучей, освещающих пластину металла, если вырываемые электроны имеют скорость $6,3 \cdot 10^7$ см/с.

4. Определить максимальную скорость электрона, вылетевшего из цезия при освещении цезия светом с длиной волны 400 нм.

5. Порог фотозффекта для тантала составляет 297,4 нм. Какова работа выхода электрона в эВ?

6. Найти величину задерживающего потенциала для фотоэлектронов, испускаемых при освещении калия ($A = 2,0$ эВ) светом с длиной волны 330 нм.

7. Квант света с энергией 15 эВ выбивает электрон из атома водорода. С какой скоростью движется электрон вдали от ядра? Энергия ионизации атома водорода равна 13,6 эВ.

8. На поверхность лития ($A = 2,4$ эВ) падает монохроматический свет, длина волны которого равна 310 нм. Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить разность потенциалов не менее 1,7 В. Найти работу выхода электронов из лития.

9. Для прекращения фотозффекта, вызванного облучением ультрафиолетовым светом платиновой пластины ($A = 5,3$ эВ), нужно приложить задерживающую разность потенциалов, равную 3,7 В. Если платиновую пластину заменить другой пластиной, то задерживающую разность потенциалов придется увеличить до 6 В. Определить работу выхода электронов с поверхности второй пластины.

10. При поочередном освещении поверхности некоторого металла светом с длинами волн 0,35 мкм и 0,54 мкм обнаружили, что соответствующие максимальные скорости фотоэлектронов отличаются друг от друга в 2 раза. Найти работу выхода с поверхности этого металла.

11. Определить постоянную Планка, если известно, что фотоэлектроны, вырывающиеся с поверхности металла светом с частотой $2,2 \cdot 10^{15}$ Гц полностью задерживаются обратным потенциалом 6,6 В, а вырывающиеся светом с частотой $4,6 \cdot 10^{15}$ Гц – потенциалом 16,5 В.

12. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла равна 275 нм. Найти работу выхода электрона из металла и максимальную кинетическую энергию электронов, вырывающихся из металла светом с длиной волны 180 нм.

13. Кванты света с энергией 4,9 эВ вырывают электроны из металла с работой выхода 4,5 эВ. Найти максимальный импульс, передаваемый поверхности металла при вылете каждого электрона.

14. При фотоэффекте с платиновой ($A = 5,3$ эВ) поверхности задерживающий потенциал оказался равным 0,8 В. Найти длину волны применяемого облучения и максимальную длину волны, при которой еще возможен фотоэффект.

15. Какую задерживающую разность потенциалов нужно приложить для того, чтобы задержать фотоэлектроны, испускаемые натрием, если его поверхность освещается светом с длиной волны $4 \cdot 10^{-6}$ см, а фотоэффект у натрия начинается с 680 нм?

№ 14 Эффект Комптона

1. При эффекте Комптона энергия падающего фотона распределилась поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния равен $\pi/2$. Найти энергию рассеянного фотона.

2. Длина волны падающего кванта равна 0,003 нм. Какую энергию приобретает комптоновский электрон отдачи при рассеянии кванта под углом 60° ?

3. Энергия рентгеновских лучей равна 0,6 МэВ. Найти энергию электрона отдачи, если известно, что длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния изменилась на 20%.

4. Определить угол рассеяния фотона, испытавшего соударение со свободным электроном, если изменение длины волны при рассеянии равно $3,63 \cdot 10^{-10}$ см.

5. Фотон с энергией 0,4 МэВ рассеялся под углом 90° на свободном электроне. Найти энергию рассеянного фотона.

6. Найти максимальное изменение длины волны при комптоновском рассеянии на: 1) свободных электронах; 2) свободных протонах.

7. При комптоновском рассеянии рассеянный квант отлетел под углом 60° от первоначального направления движения, а электрон отдачи описал окружность с радиусом 1,5 см в магнитном поле с напряженностью $16 \cdot 10^3$ А/м. Найти длину волны налетающего кванта.

8. Рентгеновские лучи с длиной волны 70,8 пм рассеиваются парафином. Найти длину волны рентгеновских лучей, рассеянных в направлении: 1) 90° ; 2) 180° .

9. При эффекте Комптона энергия падающего фотона распределилась поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния равен 90° . Найти импульс рассеянного фотона.

10. Чему равно отношение максимальных комптоновских изменений длин волн при рассеянии фотонов на свободных электронах и на ядрах атомов водорода?

11. Фотон с длиной волны 0,005 нм рассеивается на угол 90° . Определить импульс электрона отдачи.

12. Угол рассеяния фотона равен 90° . Угол отдачи электрона равен 30° . Найти энергию падающего фотона.

13. При эффекте Комптона рассеянный квант отклонился на угол 60° от первоначального направления движения, а электрон отдачи описал в магнитном поле окружность радиусом 1,5 см. Напряженность магнитного поля $16 \cdot 10^3$ А/м. Найти длину волны падающего кванта.

14. Найти величину комптоновского смещения и угол, под которым рассеялся фотон, если известно, что первоначальная длина волны фотона равна 0,003 нм, а скорость электрона отдачи равна $0,6c$, где c - скорость света.

15. Длина волны падающего кванта равна 3 пм. Какую энергию приобретает комптоновский электрон отдачи при рассеянии кванта на угол 90° ?

№ 15 Волны де Бройля. Соотношение неопределенностей

1. α -частица движется по окружности радиусом 0,83 см в однородном магнитном поле, напряженность которого $20 \cdot 10^3$ А/м. Найти длину волны де Бройля для этой частицы.

2. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов, равную 51 В. Найти длину волны де Бройля.

3. Найти длину волны де Бройля для атома водорода, движущегося при температуре 20°C с наиболее вероятной скоростью.

4. Кинетическая энергия электрона в атоме водорода составляет величину порядка 10 эВ. Используя соотношение неопределенностей, оценить минимальные линейные размеры атома.

5. Найти длину волны де Бройля для электрона, летящего со скоростью 10^8 м/с и для шарика массой 1 г, движущегося со скоростью 1 м/с.

6. Электрон движется внутри сферы с диаметром 0,1 нм. Оценить с помощью соотношения неопределенностей кинетическую энергию электрона.

7. Найти длину волны де Бройля для электрона с кинетической энергией 1 МэВ

8. Неопределенность координаты движущейся частицы равна дебройлевской длине волны. Чему равна относительная неопределенность импульса этой частицы?

9. Движущийся электрон локализован в области с линейными размерами порядка 10^{-8} см. Найти неопределенность его скорости.

10. Пылинка с массой 10^{-15} г находится в области с линейными размерами 10^{-4} см. Проявляет ли такая пылинка при движении волновые свойства? Почему? Докажите.

11. Чему равна относительная неопределенность импульса частицы, если неопределенность ее координаты равна дебройлевской длине волны этой частицы?

12. Ядро атома гелия движется по окружности с радиусом 0,83 см в однородном магнитном поле с магнитной индукцией $2,5 \cdot 10^{-2}$ Тл. Найти длину волны де Бройля для ядра атома гелия.

13. Возможно ли обнаружить волновые свойства тела с массой 1 г движущегося со скоростью 1 см/с? Почему? Докажите.

14. Почему в атомных ядрах нет электронов? Размер ядра порядка 10^{-15} м. Указание: используя соотношение неопределенностей, определить неопределенность скорости электрона и сравнить ее с величиной скорости света

15. Найти длину волны де Бройля для атома водорода, движущегося со средней квадратичной скоростью при температуре 27°C .

№16 Тепловое излучение

1. Имеются два абсолютно черных тела. Температура одного из них 2500 К. Найти температуру другого тела, если длина волны, отвечающая максимуму его излучательной способности на 0,5 мкм больше длины волны соответствующей максимуму излучательной способности первого тела.

2. Какое количество энергии излучает Солнце в 1 минуту? Температуру поверхности Солнца считать равной 5800 К. Солнце считать абсолютно черным телом.

3. Температура абсолютно черного тела увеличилась в два раза, в результате чего длина волны, на которую приходится максимум излучения, уменьшилась на 600 нм. Найти начальную и конечную температуры тела.

4. Найти максимальное значение излучательной способности абсолютно черного тела, если температура тела равна 1000 К.

5. Мощность излучения абсолютно черного тела равно 34 кВт. Найти температуру этого тела, если известно, что поверхность его равна $0,6\text{ м}^2$.

6. Раскаленная металлическая поверхность площадью 10 см^2 излучает в 1 минуту 40 кДж. Найти 1) каково было бы излучение этой поверхности, если бы оно было бы абсолютно черным телом? 2) каково отношение энергетических светимостей этой поверхности и абсолютно черного тела при данной температуре?

7. Максимальное значение спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела равно 130 кВт/м^3 . Найти температуру абсолютно черного тела.

8. Поверхность тела нагрета до 1000 К. Затем одна половина этой поверхности нагревается на 100 К, другая охлаждается на 100К. Во сколько раз

изменится энергетическая светимость поверхности этого тела? Тело считать абсолютно черным.

9. На какую длину волны приходится максимум излучения при взрыве атомной бомбы (температура около 10^7 К)? Излучение считать близким к излучению абсолютно черного тела.

10. Солнечная постоянная, т.е. количество идущей от Солнца энергии, приходящееся на единицу площади земной поверхности равна $1,35$ кДж/($\text{м}^2 \cdot \text{с}$). Принимая, что Солнце излучает как абсолютно черное тело, найти температуру Солнца.

11. Излучение Солнца близко к своему составу к излучению абсолютно чёрного тела, для которого максимум испускательной способности приходится на длину волны $0,48$ мкм. Найти массу, теряемую Солнцем в одну секунду за счёт излучения.

12. Максимум спектральной плотности излучательной способности звезды Арктур приходится на длину волны 580 нм. Принимая, что звезда излучает как абсолютно чёрное тело, найти температуру поверхности звезды.

13. Температура абсолютно чёрного тела изменилась при нагревании от 1000 К до 3000 К. Во сколько раз и как изменилась его энергетическая светимость?

14. С поверхности сажи площадью 2 см^2 при температуре 400 К за время 5 минут излучается энергия 83 Дж. Найти коэффициент чёрноты сажи.

15. Муфельная печь потребляет мощность 1 кВт. Температура её внутренней поверхности при открытом отверстии площадью 25 см^2 равна 1200 К. Считая, что отверстие печи излучает как абсолютно чёрное тело, найти, какая часть мощности рассеивается стенками.

№ 17 Теория Бора

1. Вычислить энергию фотона, испускаемого при переходе электрона в атоме с третьего энергетического уровня на первый. Определить потенциальную, кинетическую и полную энергии электрона, находящегося на первой орбите атома водорода.

2. Найти наибольшую и наименьшую длины волн в первой инфракрасной серии спектра водорода (серии Пашена).

3. Фотон с энергией $16,5 \text{ эВ}$ выбил электрон из невозбуждённого атома водорода. Какую скорость будет иметь электрон вдали от атома?

4. Какую наименьшую скорость должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами этих электронов появились все линии всех серий спектра водорода?

5. Вычислить радиусы второй и третьей орбит в атоме водорода.

6. Определить длину волны, которую испускает ион гелия He^+ при переходе его электрона со второго энергетического уровня на первый.

7. В каких пределах должны лежать длины волн монохроматического света, чтобы при возбуждении атомов водорода квантами этого света наблюдались три спектральные линии? Найти длины волн этих линий.

8. На сколько отличаются первые потенциалы возбуждения однократно ионизированного гелия и атома водорода?

9. На сколько изменилась полная энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны 486 нм ?

10. На дифракционную решётку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной атомарным водородом. Постоянная решётки равна $5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$. Какому переходу электрона соответствует спектральная линия, наблюдаемая при помощи этой решётки в спектре пятого порядка под углом 41° ?

11. С какой минимальной кинетической энергией должен двигаться атом водорода, чтобы при неупругом лобовом соударении с другим, покоящимся, атомом водорода один из них испустил фотон? До соударения оба атома находятся в основном состоянии.

12. Покоящийся атом водорода испустил фотон, соответствующий головной линии серии Лаймана. Какую скорость приобрёл атом?

13. Вычислить магнитный момент электрона, находящегося на первой боровской орбите, а также отношение магнитного момента к механическому.

14. Определить массы фотонов, соответствующих головным линиям серий Лаймана, Бальмера, Пашена.

15. Найти радиус первой боровской электронной орбиты для Li^{++} и скорость электрона на ней.

№ 18 Уравнение Шредингера. Многоэлектронные атомы

1. Частица находится в потенциальном ящике. Вычислить вероятность найти частицу в первом возбужденном состоянии в первой трети ящика.
2. Электрон находится в потенциальном ящике шириной 0,6 нм. Определить наименьшую разность энергетических уровней электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.
3. Волновая функция, описывающая основное состояние электрона в атоме водорода, имеет вид $\psi(r) = C \exp\left(-\frac{r}{a}\right)$, где a боровский радиус. Определить расстояние, на котором плотность вероятности нахождения электрона максимальна.
4. Частица массой $3 \cdot 10^{-23}$ г помещена в потенциальный ящик шириной 30 см. Будет ли спектр этой частицы дискретным? Почему?
5. Частица находится в пятом возбужденном состоянии в потенциальном ящике шириной l . Определить, в каких точках интервала $\frac{2l}{5} < x < \frac{3l}{5}$ плотность вероятности нахождения частицы максимальна.
6. Какое максимальное число s-электронов может находиться в электронном M-слое атома?
7. Найти число электронов в атоме, у которого в основном состоянии заполнены K, L-слои, 3s-оболочка полностью, а 3p-оболочка - на три четверти. Что это за атом?
8. Написать формулу электронного строения атома серы S.
9. Заполненный электронный слой характеризуется квантовым числом $n=5$. Указать число электронов в этом слое, которые имеют одинаковые квантовые числа $m_s = -1/2$ и $m=0$.
10. Используя принцип Паули, определить, какое максимальное число электронов в атоме могут иметь одинаковые квантовые числа n, l, m .
11. Найти число электронов в атоме, у которого в основном состоянии заполнены K, L, M-слои и 4s, 4p-оболочки полностью, а 4d-оболочка - на четверть. Что это за атом?
12. Написать формулу электронного строения атома кремния Si. Написать формулу электронного строения атома фосфора P.

13. Какое максимальное число р-электронов может находиться в М-слое атома?

14. Используя принцип Паули, указать, какое максимальное число электронов в атоме могут иметь одинаковое квантовое число n.

15. Написать формулу электронного строения атома хлора Cl. Написать формулу электронного строения атома кальция Ca.

№ 19 Энергия связи ядра. Ядерные реакции

1. Найти (в МэВ) энергию связи ядра атома алюминия ${}_{13}\text{Al}^{27}$.

2. Напишите недостающие обозначения в следующих ядерных реакциях:
1) ${}_{13}\text{Al}^{27}(n,\alpha)X$, 2) ${}_{9}\text{Fe}^{19}(p,x){}_8\text{O}^{16}$.

3. Найти энергию (в МэВ), освобождающуюся при ядерной реакции ${}_{3}\text{Li}^7 + {}_1\text{H}^1 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_2\text{He}^4$.

4. Определить массу нейтрального атома (в а.е.м.), если ядро этого атома состоит из трех протонов и двух нейтронов и энергия связи ядра равна 26,3 МэВ. Что это за атом?

5. Какую наименьшую энергию надо затратить, чтобы разделить на отдельные нуклоны ядро ${}_{3}\text{Li}^7$?

6. Найти энергию (МэВ) поглощенную при реакции ${}_{7}\text{N}^{14} + {}_2\text{He}^4 \rightarrow {}_1\text{H}^1 + {}_8\text{O}^{17}$.

7. Найдите (в МэВ) наименьшую энергию, необходимую для разделения ядра углерода ${}_{6}\text{C}^{12}$ на три одинаковые части.

8. Найти энергию (в МэВ), выделяющуюся при термоядерной реакции ${}_1\text{H}^2 + {}_2\text{He}^3 \rightarrow {}_1\text{H}^1 + {}_2\text{He}^4$.

9. Определить удельную энергию (в МэВ) связи ядра ${}_{6}\text{C}^{12}$.

10. Определить дефект массы (в а.е.м.) и энергию связи (в МэВ) ядра атома дейтерия ${}_1\text{H}^2$.

11. При бомбардировке изотопа азота ${}_{7}\text{N}^{14}$ нейтронами получается изотоп углерода ${}_{6}\text{C}^{12}$, который оказывается β-радиоактивным. Напишите уравнения обеих реакций.

12. Напишите недостающее обозначение в ядерной реакции ${}_{6}\text{C}^{14} + {}_2\text{He}^4 \rightarrow {}_8\text{O}^{17} + X$.

13. Найдите энергию (в МэВ), которая освободится при соединении одного протона и двух нейтронов в атомное ядро.

14. Напишите недостающие 1) ${}_7\text{N}^{14}(\text{n},\text{x}){}_6\text{C}^{14}$, 2) $\text{X}(\text{p},\alpha)_{11}\text{Na}^{22}$.

15. Энергия связи ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона равна 7,72 МэВ. Определить массу нейтрального атома, имеющего это ядро.

№ 20 Радиоактивность

1. Какое количество свинца образуется из 1 г урана в течении года?

2. Какой изотоп образуется из радиоактивного изотопа сурьмы ${}_{51}\text{Sb}^{133}$ после четырех β -распадов?

3. Какой изотоп образуется из ${}_{92}\text{U}^{238}$ после трех α и двух β -распадов?

4. Вследствие радиоактивного распада ${}_{92}\text{U}^{238}$ превращается в ${}_{82}\text{Pb}^{206}$. Сколько α и β -распадов он при этом испытывает?

5. Период полураспада радона равен 3,8 суток. Найти постоянную распада радона.

6. Постоянная распада радиоактивного вещества, равна $1,44 \cdot 10^{-3} \text{ час}^{-1}$. Через сколько времени распадется $3/4$ первоначальной массы атомов?

7. Найти удельную активность радона ${}_{86}\text{Rn}^{222}$.

8. Найти промежуток времени, в течение которого активность изотопа стронция Sr^{90} уменьшилась в 100 раз.

9. За какой промежуток времени из 10^7 атомов актиния распадется один атом?

10. За 1 год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в 3 раза. Во сколько раз оно уменьшится за два года?

11. Какая часть начального количества атомов радиоактивного актиния ${}_{89}\text{Ac}^{225}$ останется через 5 суток?

12. Найти массу урана ${}_{92}\text{U}^{238}$, имеющего такую же активность, как стронций Sr^{90} массой 1 мг.

13. Активность препарата уменьшилась в 250 раз. Скольким периодам полураспада равен истекший промежуток времени?

14. Найти постоянную распада радона, если известно, что число атомов радона уменьшается за 1 сутки на 18,2 процента.

15. На сколько процентов снизится активность изотопа иридия ${}_{77}\text{Ir}^{192}$ за 30 суток?