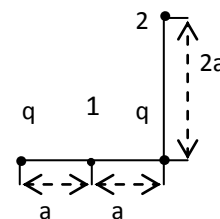


1. Определить работу по перемещению заряда  $q_1 = 50 \text{ нКл}$  из точки 1 в точку 2 (см. рис.) в поле, созданном двумя одинаковыми точечными зарядами с  $q = 1 \text{ мКл}$  и  $a = 0,1 \text{ м}$ .

Ответ:  $A = 5,16 \text{ мДж}$ .



2. Две одинаковые прямоугольные параллельные пластины, длины сторон которых  $a = 10 \text{ см}$  и  $b = 10 \text{ см}$ , расположены на малом (по сравнению с линейными размерами пластин) расстоянии друг от друга. На одной из пластин равномерно распределен заряд  $q_1 = 50 \text{ нКл}$ , на другой  $q_2 = 150 \text{ нКл}$ . Определить напряженность электрического поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности поля вдоль линии, перпендикулярной пластинам. Ответ:  $E_1 = 565 \text{ кВ/м}$ ;  $E_2 = 1130 \text{ В/м}$ .

3. Плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого  $2 \text{ см}$ , заряжен до разности потенциалов  $3000 \text{ В}$ . Какова будет напряженность поля конденсатора, если после отключения от источника напряжения пластины раздвинуть до  $5 \text{ см}$ ? Вычислить энергию до и после раздвижения. Площадь пластин  $100 \text{ см}^2$ . Ответ:  $E_2 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ В/м}$ ,  $W_1 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$ ,  $W_2 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$ .

4. Два гальванических элемента соединены параллельно одноименными полюсами и замкнуты на внешнее сопротивление. Э.д.с. элементов одинаковы и равны  $2 \text{ В}$ , внутренние сопротивления  $r_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $r_2 = 2 \text{ Ом}$ . Через сопротивление  $r_1$  течет ток  $I_1 = 1 \text{ А}$ . Найти токи, текущие через  $r_2$  и  $R$ , а также чему равно сопротивление  $R$ .

Ответ:  $I_2 = 0,5 \text{ А}$ ;  $I_R = 1,5 \text{ А}$ ;  $R = 0,67 \text{ Ом}$ .

5. Найти индукцию магнитного поля внутри длинного соленоида при силе тока в нем  $I = 8 \text{ А}$ , если на длине  $l = 40 \text{ см}$  намотано  $N = 400$  витков проволоки. Как изменится индукция магнитного поля, если внутри соленоида поместить железный сердечник с магнитной проницаемостью  $\mu = 2000$ ? Ответ:  $B_0 = 0,01 \text{ Тл}$ ;  $B_c = 20 \text{ Тл}$ .

6. Прямолинейный проводник длиной  $88 \text{ см}$  расположен перпендикулярно магнитным силовым линиям однородного поля. Чему равна магнитная индукция этого поля, если на проводник действует сила  $1,6 \text{ Н}$  при силе тока  $23 \text{ А}$ ? Ответ:  $B = 0,079 \text{ Тл}$ .

7. Прямоугольная рамка вращается в однородном магнитном поле с частотой  $n = 50 \text{ об/с}$ . Площадь рамки  $S = 100 \text{ см}^2$ , индукция магнитного поля  $B = 0,2 \text{ Тл}$ . Ось вращения перпендикулярна вектору магнитной индукции. Найти амплитуду ЭДС. Как изменится амплитуда ЭДС, если частоту увеличить в два раза? Ответ:  $\varepsilon = 0,628 \text{ мВ}$ .

8. Определить энергию магнитного поля соленоида, содержащего  $N = 500$  витков, которые наложены на картонный каркас радиусом  $R = 2 \text{ см}$  и длиной  $l = 0,5 \text{ м}$ , если по нему идет ток  $I = 5 \text{ А}$ . Ответ:  $W = 10 \text{ мДж}$ .

9. Через катушку, индуктивность которой  $L = 0,021 \text{ Гн}$  течет ток, изменяющийся со временем по закону  $I = I_0 \sin \omega t$ , где  $I_0 = 5 \text{ А}$ ,  $\omega = 2\pi/T$ ,  $T = 0,02 \text{ с}$ . Найти зависимость от времени: 1) энергии магнитного поля катушки 2) ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке. Ответ:  $E(t) = 0,26 \sin^2 100\pi t$ ;  $\varepsilon_{\text{си}}(t) = -33 \cos 100\pi t$ .

10. Два когерентных источника света, расстояние между которыми  $0,24 \text{ мм}$ , удалены от экрана на  $l = 2,5 \text{ м}$ . На экране наблюдаются чередующиеся темные и светлые полосы, причем на расстоянии  $\Delta x = 5,0 \text{ см}$  уместится  $k = 10,5$  полосы. Чему равна длина волны падающего света? Ответ:  $\lambda = 457 \text{ нм}$ .

11. Постоянная дифракционной решетки в  $n = 4$  раза больше длины световой волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол  $\alpha$  между двумя первыми симметричными дифракционными максимумами. Ответ:  $\alpha = 29^\circ$ .

12. Два николя расположены так, что угол между их главными плоскостями составляет  $\varphi = 60^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света  $I_0$  при прохождении через оба николя. Коэффициент поглощения света в каждом никеле  $k = 0,05$ . Ответ:  $I_0/I_2 = 8,86$ .

1. Электрическое поле создано двумя зарядами  $q_1 = 10 \text{ нКл}$  и  $q_2 = -20 \text{ нКл}$ , находящимися на расстоянии  $d = 20 \text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной от первого заряда на  $r_1 = 30 \text{ см}$  и от второго на  $r_2 = 50 \text{ см}$ .  
 Ответ:  $E = 280 \text{ В/м}$ .

2. На металлической сфере радиусом  $R = 10 \text{ см}$  находится заряд  $q = 1 \text{ нКл}$ . Определить напряженность электрического поля: 1) на расстоянии  $r_1 = 8 \text{ см}$  от центра сферы, 2) на поверхности сферы, 3) на расстоянии  $r_3 = 15 \text{ см}$  от центра сферы. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния до центра сферы.  
 Ответ:  $E_1 = 0$ ;  $E_2 = 900 \text{ В/м}$ ;  $E_3 = 400 \text{ В/м}$ .

3. Два конденсатора электроёмкостями  $C_1 = 3 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 6 \text{ мкФ}$  соединены между собой и присоединены к батарее с ЭДС  $E = 120 \text{ В}$ . Определить заряды конденсаторов и разность потенциалов  $U_1$  и  $U_2$  между их обкладками, если конденсаторы соединены: 1) параллельно, 2) последовательно.

Ответ: 1)  $U_1 = U_2 = 120 \text{ В}$ ,  $q_1 = 360 \text{ мкКл}$ ,  $q_2 = 720 \text{ мкКл}$ ; 2)  $q_1 = q_2 = 240 \text{ мкКл}$ ,  $U_1 = 80 \text{ В}$ ,  $U_2 = 40 \text{ В}$ .

4. Два элемента с э.д.с.  $1,7$  и  $1,4 \text{ В}$  и внутренними сопротивлениями  $0,80$  и  $0,40 \text{ Ом}$  соединены последовательно и подключены к сопротивлению  $5,0 \text{ Ом}$ . Определить ток в цепи, напряжение на внешнем сопротивлении и на зажимах каждого элемента.  
 Ответ:  $I = 0,5 \text{ А}$ ;  $U_R = 2,5 \text{ В}$ ;  $U_1 = 1,3 \text{ В}$ ;  $U_2 = 1,2 \text{ В}$ .

5. Тонкий провод изогнут в виде правильного шестиугольника. Длина стороны шестиугольника  $d = 10 \text{ см}$ . Определить магнитную индукцию  $B$  в центре шестиугольника, если по проводу течет ток  $I = 25 \text{ А}$ .

Ответ:  $B = 173 \text{ мкТл}$ .

6. Вычислить радиус  $R$  дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией  $B = 15 \text{ мТл}$ , если скорость протона  $V = 2 \text{ Мм/с}$  и направлена перпендикулярно линиям магнитной индукции.  
 Ответ:  $R = 1,38 \text{ м}$ .

7. Определить частоту вращения прямоугольной рамки, вращающейся в однородном магнитном поле, магнитная индукция которого  $B = 0,5 \text{ Тл}$ , если амплитуда наведенной в рамке ЭДС  $\varepsilon_{\text{max}} = 10 \text{ В}$ . Площадь рамки  $S = 200 \text{ см}^2$ , а число витков  $N = 20$ . Ось вращения перпендикулярна вектору магнитной индукции. Ответ:  $n = 8 \text{ об/с}$ .

8. Катушка длиной  $\ell = 20 \text{ см}$  и диаметром  $D = 3 \text{ см}$  имеет  $N = 400$  витков. По катушке идет ток силой  $I = 2 \text{ А}$ . Найти: 1) индуктивность катушки; 2) магнитный поток, пронизывающий площадь ее поперечного сечения.

Ответ:  $L = 7,1 \cdot 10^{-4} \text{ Гн}$ ;  $\Phi = 1,42 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$ .

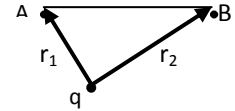
9. Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока  $I = 10 \text{ А}$  возникает магнитный поток  $\Phi = 0,5 \text{ Вб}$ .  
 Ответ:  $E = 2,5 \text{ Дж}$ .

10. От двух когерентных источников  $S_1$  и  $S_2$  лучи падают на экран ( $\lambda = 0,8 \text{ мкм}$ ). На экране наблюдается интерференционная картина. Когда на пути одного из лучей перпендикулярно ему поместили мыльную пленку ( $n = 1,33$ ), интерференционная картина изменилась на противоположную. При какой наименьшей толщине  $d$  пленки это возможно?  
 Ответ:  $d = 1,21 \text{ мкм}$ .

11. На щель шириной  $a = 0,05 \text{ мм}$  падает нормально, монохроматический свет ( $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ ). Определить угол  $\varphi$  между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.  
 Ответ:  $\varphi = 2^\circ 45'$ .

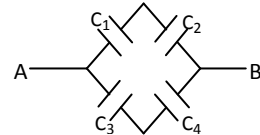
12. Интенсивность света, проходящего через 2 николя, уменьшается в 10 раз. Угол между их плоскостями пропускания  $\varphi = 60^\circ$ . Определить коэффициенты поглощения света в каждом из николей.  
 Ответ:  $k = 0,11$ .

1. Найти потенциалы электрического поля в точках А и В, находящихся от заряда  $q=1,67$  нКл на расстояниях  $r_1=5$  см и  $r_2=20$  см. Определить работу электрических сил при перемещении заряда  $q_1=1$  нКл из точки А в точку В. Ответ:  $\varphi_1=300$  В;  $\varphi_2=75$  В;  $A=2,25 \cdot 10^{-7}$  Дж.



2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Определить напряженность электрического поля: между плоскостями; вне плоскостей. Построить график изменения напряженности поля вдоль линии, перпендикулярной пластинам. Принять  $\sigma_1=\sigma$ ,  $\sigma_2=-2\sigma$ , где  $\sigma=20$  нКл/м<sup>2</sup>. Ответ:  $E_1=3,39$  кВ/м;  $E_2=1,13$  кВ/м.

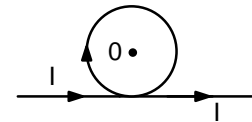
3. Конденсаторы соединены так, как показано на рисунке. Емкости конденсаторов  $C_1=0,2$  мкФ,  $C_2=0,6$  мкФ,  $C_3=0,3$  мкФ,  $C_4=0,5$  мкФ. Разность потенциалов  $U$  между точками А и В равна 320 В. Определить разность потенциалов и заряд на пластинах каждого конденсатора.



Ответ:  $q_1=q_2=48$  мкКл,  $U_1=240$  В,  $U_2=80$  В,  $q_3=q_4=60$  мкКл,  $U_3=200$  В,  $U_4=120$  В.

4. Два источника с э.д.с.  $\varepsilon_1=6,5$  В и  $\varepsilon_2=3,9$  В и одинаковыми внутренними сопротивлениями по 2,0 Ом соединены параллельно и подключены ко внешней цепи сопротивлением 9,0 Ом. Определить токи в элементах и во внешней цепи. Ответ:  $I_1=0,91$  А;  $I_2=0,39$  А;  $I=0,52$  А.

5. Найти индукцию магнитного поля в центре петли (см. рисунок) радиусом  $R=10$  см, образованной бесконечно длинным проводником с током  $I=50$  А.



Ответ:  $B=214$  мкТл.

6. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов  $U=600$  В, влетел в однородное магнитное поле с индукцией  $B=0,3$  Тл и начал двигаться по окружности. Вычислить ее радиус R. Ответ:  $R=1,2$  см.

7. В однородном магнитном поле под углом  $30^\circ$  к направлению вектора магнитной индукции  $B$ , величина которого  $B=0,1$  Тл, движется проводник длиной  $L=2$  м со скоростью  $V=5$  м/с. Какова ЭДС индукции в проводнике? Ответ:  $\varepsilon=0,5$  В.

8. Соленоид, площадь S сечения которого равна  $5$  см<sup>2</sup>, содержит 1200 витков. Индукция B магнитного поля внутри соленоиды при силе тока  $I=2$  А равна 0,01 Тл. Определить индуктивность соленоиды. Ответ:  $L=3$  мГн.

9. В катушке, содержащей 400 витков, намотанных на картонный цилиндр радиусом 2 см и длиной 40 см, сила тока изменяется по закону  $I=0,2t$ . Определить ЭДС самоиндукции и энергию магнитного поля в конце десятой секунды. Ответ:  $\varepsilon_{\text{св}}=0,126$  мВ;  $E=1,26$  мДж.

10. Определить радиус кривизны линзы, лежащей на плоской пластинке, если радиус четвертного светлого кольца Ньютона, наблюдаемого в отраженном свете, оказался равным  $r_4=4,5$  мм. Длина волны света  $\lambda=520$  нм, свет падает на установку нормально. Ответ:  $R=11$  м.

11. На дифракционную решетку нормально падает свет от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия ( $\lambda_1=6,7 \cdot 10^{-5}$  см) спектра второго порядка? Ответ:  $\lambda_2=447$  нм.

12. Чему равен угол между плоскостями пропускания двух николей, если интенсивность естественного света, прошедшего через оба николя, уменьшается в четыре раза? Поглощением света пренебречь.

Ответ:  $\varphi=45^\circ$ .

1. Точечные заряды  $q_1 = 20 \text{ нКл}$  и  $q_2 = -10 \text{ нКл}$  находятся в воздухе на расстоянии  $d = 10 \text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность электрического поля в точке, удаленной на расстояние  $r_1 = 8 \text{ см}$  от первого и на  $r_2 = 6 \text{ см}$  от второго заряда.  
 Ответ:  $E = 3,76 \cdot 10^4 \text{ В/м}$ .

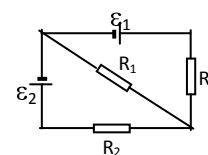
2. Заряд  $q = 0,4 \text{ мкКл}$  равномерно распределен по объему шара радиуса  $R = 3 \text{ см}$ . Найти напряженность электрического поля на расстоянии  $r_1 = 2 \text{ см}$ ,  $r_2 = 3 \text{ см}$ ,  $r_3 = 4 \text{ см}$  от центра шара. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния до центра шара. Диэлектрическая проницаемость материала шара  $\epsilon = 5$ .

Ответ:  $E_1 = 533 \text{ кВ/м}$ ;  $E_2 = 800 \text{ кВ/м}$ ;  $E_2' = 4000 \text{ кВ/м}$ ;  $E_3 = 2250 \text{ кВ/м}$ .

3. Расстояние между пластинами заряженного плоского конденсатора уменьшили в 2 раза. Во сколько раз изменилась энергия поля? Рассмотреть 2 случая: а) конденсатор отключается от источника напряжения; б) конденсатор остается подключённым к источнику постоянного напряжения. Ответ: а)  $W_2/W_1 = 0,5$ ; б)  $W_2/W_1 = 2$ .

4. В схеме на рисунке источники с ЭДС  $\epsilon_1 = 2,1 \text{ В}$ ,  $\epsilon_2 = 1,9 \text{ В}$ ,  $R_1 = 450 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = R_3 = 100 \text{ Ом}$ . Найти силу тока во всех участках цепи. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

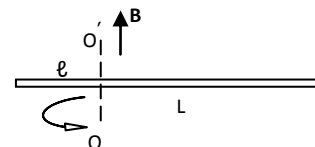
Ответ:  $I_1 = 0,04 \text{ А}$ ,  $I_2 = 0,01 \text{ А}$ ,  $I_3 = 0,03 \text{ А}$ .



5. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи  $I_1 = 20 \text{ А}$  и  $I_2 = 30 \text{ А}$  в одном направлении. Расстояние между проводами  $d = 10 \text{ см}$ . Вычислить индукцию  $B$  магнитного поля в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $r = 10 \text{ см}$ .  
 Ответ:  $B = 87,2 \text{ мТл}$ .

6. Определить индукцию магнитного поля, если на проводник длиной  $l = 0,6 \text{ м}$  с током  $I = 10 \text{ А}$ , расположенным под углом  $\alpha = 60^\circ$  к силовым линиям, действует сила  $F = 0,52 \text{ Н}$ .  
 Ответ:  $B = 0,1 \text{ Тл}$ .

7. Тонкий металлический стержень длиной  $L = 1,2 \text{ м}$  вращается в однородном магнитном поле вокруг оси  $OO'$ , перпендикулярной к стержню, отстоящей от одного из его концов на расстояние  $\ell = 0,25 \text{ м}$ , делая  $n = 120$  об/мин. Вектор  $\mathbf{B}$  параллелен оси вращения и  $B = 1 \text{ мТл}$ . Найти разность потенциалов между концами стержня.  
 Ответ:  $\Delta\phi = 5,3 \text{ мВ}$ .



8. Из какого числа витков провода состоит однослойная обмотка катушки, индуктивность которой  $0,001 \text{ Гн}$ . Диаметр катушки  $4 \text{ см}$ , диаметр провода  $0,6 \text{ мм}$ . Витки плотно прилегают друг к другу. Ответ:  $N = 380$ .

9. Какова индуктивность соленоида, в котором равномерное изменение силы тока на  $\Delta I = 2 \text{ А}$  в течение  $\tau = 0,25 \text{ с}$  возбуждает ЭДС самоиндукции  $\epsilon_{\text{си}} = 20 \text{ мВ}$ .  
 Ответ:  $L = 2,5 \text{ мГн}$ .

10. Два когерентных источника  $S_1$  и  $S_2$  с длиной волны  $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$  находятся на расстоянии  $d = 2 \text{ мм}$  друг от друга. Параллельно линии, соединяющей источники, расположен экран на расстоянии  $L = 2 \text{ м}$  от них. Что будет наблюдаться в т. А экрана, отстоящей на расстоянии  $x = 1 \text{ мм}$  от центра симметрии О: свет или темнота?  
 Ответ: в т. А на экране будет свет.

11. На пластину с щелью, ширина которой  $a = 0,05 \text{ мм}$ , падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,7 \text{ мкм}$ . Определить угол  $\phi$  отклонения лучей, соответствующий первому дифракционному максимуму.  
 Ответ:  $\phi = 1^\circ 12'$ .

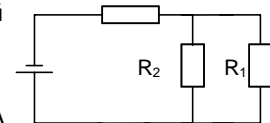
12. Луч естественного света последовательно проходит через 2 поляризационные призмы, угол между главными плоскостями которых  $\phi = 60^\circ$ . Какая доля начального светового потока выйдет из анализатора? Потерями света пренебречь.  
 Ответ:  $I_2/I_0 = 1/8$ .

1. Шарик массой 150 мг, подвешенный на непроводящей нити, имеет заряд  $q_1 = 10 \cdot 10^{-9}$  Кл. На расстоянии 32 см от него снизу поместили второй маленький шарик. Каким должен быть по величине его заряд, чтобы натяжение нити увеличилось в 2 раза?  
 Ответ:  $q_2 = -1,7 \cdot 10^{-6}$  Кл.

2. Металлический шарик радиусом  $R=2$  см, имеющий заряд  $q = 12$  нКл, окружен слоем диэлектрика толщиной  $d=7$  см и относительной диэлектрической проницаемостью  $\epsilon=3$ . Найти напряженность поля в точках, лежащих на расстоянии  $r_1=1$  см,  $r_2=5$  см,  $r_3=11$  см от центра шарика. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния до центра шарика.  
 Ответ:  $E_1 = 0$ ;  $E_2=14,4$  кВ/м;  $E_3=8,9$  кВ/м.

3. На два конденсатора ёмкостью  $C_1=1$  мкФ и  $C_2=2$  мкФ, соединённых последовательно, подано напряжение 900 В. Возможна ли работа схемы при указанных условиях, если напряжение пробоя конденсаторов  $U_0=500$  В?  
 Ответ:  $U_1=600$  В. Работа схемы невозможна.

4. Найти силу тока, текущего через сопротивление  $R_1 = 2$  кОм в цепи, изображенной на рисунке, где  $R_2=1$  кОм,  $R_3 = 2$  кОм,  $\mathcal{E} = 24$  В. Ответ:  $I_1=3$  мА.



5. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи  $I_1=50$  А и  $I_2=100$  А в противоположных направлениях. Расстояние между проводами  $d=20$  см. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной на  $r_1=25$  см от первого и на  $r_2=40$  см от второго провода.  
 Ответ:  $B = 21,2$  мкТл.

6. Определить силу Лоренца  $F$ , действующую на электрон, влетевший со скоростью  $V = 4$  Мм/с в однородное магнитное поле под углом  $30^\circ$  к линиям индукции. Магнитная индукция поля  $B=0,2$  Тл. Ответ:  $F=64 \cdot 10^{-15}$  Н.

7. В магнитном поле, индукция которого  $B=0,05$  Тл вращается стержень длиной  $L=1$  м с постоянной угловой скоростью  $\omega=20$  рад/с. Ось вращения проходит через конец стержня и параллельна силовым линиям магнитного поля. Найти ЭДС индукции, возникающей на концах стержня.  
 Ответ:  $\mathcal{E}=0,5$  В.

8. На картонный каркас длиной  $l=50$  см и площадью сечения  $S_1=4$  см<sup>2</sup> намотан в один слой провод диаметром  $d=0,2$  мм так, что витки, плотно прилегают друг к другу (толщиной изоляции пренебречь). Найти индуктивность  $L$  получившегося соленоида.  
 Ответ:  $L=6,28$  мГн.

9. На катушке сопротивлением  $R=8,2$  Ом и индуктивностью  $L=25$  мГн поддерживается постоянное напряжение  $U=55$  В. Сколько энергии выделится при размыкании цепи катушки? Какая средняя ЭДС самоиндукции появится при этом в катушке, если энергия будет выделяться в течение  $\Delta t=12$  мс. Ответ:  $E = 0,56$  Дж;  $\mathcal{E}_{si} = 14$  В.

10. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм. В возникшей при этом интерференционной картине на отрезке длиной  $\ell = 1$  см наблюдается 10 полос. Определить преломляющий угол клина. ( $n_{ст} = 1,5$ ).  
 Ответ:  $\alpha = 2 \cdot 10^{-4}$  рад  $\approx 41''$ .

11. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Определить угол дифракции для линии  $\lambda_1=0,55$  мкм в четвертом порядке, если этот угол для линии  $\lambda_2=0,6$  мкм в третьем порядке составляет  $\varphi_2=30^\circ$ .  
 Ответ:  $\varphi_1 = 37^\circ 40'$ .

12. Пучок естественного света последовательно проходит через два николя, плоскости пропускания которых образуют между собой угол  $\varphi=40^\circ$ . Принимая, что коэффициент поглощения каждого николя  $k=0,15$ , найти, во сколько раз пучок света  $I_2$ , выходящий из второго николя, ослаблен по сравнению с пучком света  $I_0$ , падающим на первый николю.  
 Ответ:  $I_0/I_2 = 4,72$ .

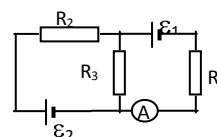
1. В вершинах равностороннего треугольника находятся равные по величине заряды:  $+q$ ,  $+q$ ,  $-q$ . Найдите напряженность и потенциал поля в центре треугольника. Сторона треугольника равна  $a$ . Ответ:

$$E = \frac{3q}{2\pi\epsilon_0 a^2}; \varphi = \frac{q\sqrt{3}}{4\pi\epsilon_0 a}.$$

2. На двух коаксиальных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Найти напряженность электрического поля в точках, находящихся на расстояниях от оси цилиндров:  $r_1=0,5R$ ,  $r_2=R$ ,  $r_3=1,5R$ ,  $r_4=2R$ ,  $r_5=3R$ . Построить график зависимости  $E(r)$  для областей 1, 2, 3. Принять  $\sigma_1=-2\sigma$ ,  $\sigma_2=\sigma$ , где  $\sigma=50\text{ нКл/м}^2$ . Ответ:  $E_1=0$ ;  $E_2=-11,3\text{ кВ/м}$ ;  $E_3=-7,53\text{ кВ/м}$ ;  $E_4=-5,65\text{ кВ/м}$ ;  $E_5=0$ .

3. Плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого  $d_1=2$  см, заряжен до разности потенциалов  $U=3000$  В. Какова будет напряженность поля конденсатора, если не отключая источника напряжения, пластины раздвинуть до  $d_2=5$  см? Вычислить энергию до и после раздвижения. Площадь пластин  $S=100\text{ см}^2$ . Ответ:  $W_1=2\cdot 10^{-5}$  Дж,  $W_2=0,8\cdot 10^{-5}$  Дж,  $E=6\cdot 10^4$  В/м.

4. На рисунке  $\mathcal{E}_1=110$  В,  $\mathcal{E}_2=220$  В,  $R_1=R_2=100$  Ом,  $R_3=500$  Ом. Найти показание амперметра. Сопротивлением источников и амперметра пренебречь. Ответ:  $I=0,4$  А.



5. По бесконечно длинному прямому проводу, согнутому под углом  $\varphi=120^\circ$ , течет ток  $I=50$  А. Найти магнитную индукцию  $B$  в точках, лежащих на биссектрисе угла и удаленных от его вершины на расстояние  $a=5$  см.

Ответ:  $B_1=346$

мкТл;  $B_2=116$  мкТл.

6. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи  $I=1$  кА. Определить силу  $F$ , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине. Ответ:  $F=0,1$  Н.

7. Изолированный металлический диск радиусом  $R=0,25$  м вращается в перпендикулярном к диску однородном магнитном поле с индукцией  $B=10$  мТл, делая  $n=1000$  об/мин. Найти разность потенциалов  $\Delta\varphi$ , возникающую между центром и краем диска. Ответ:  $\Delta\varphi=33$  мВ.

8. Катушка, намотанная на немагнитный каркас, имеет  $N_1=250$  витков и индуктивность  $L_1=36$  мГн. Чтобы увеличить индуктивность катушки до  $L_2=100$  мГн обмотку катушки сняли и заменили обмоткой из более тонкой проволоки с таким расчетом, чтобы длина катушки осталась прежней. Сколько витков оказалось после перемотки. Ответ:  $N_2=417$ .

9. При увеличении в 2 раза силы тока в катушке с индуктивностью  $L=0,5$  Гн, энергия магнитного поля возросла на  $\Delta E=3$  Дж. Найти начальные значения силы тока и энергии поля. Ответ:  $I=2$  А;  $E=1$  Дж.

10. В тонкой клинообразной стеклянной пластинке ( $n=1,5$ ) в отраженном свете при нормальном падении лучей с длиной волны  $\lambda=450$  нм наблюдаются темные интерференционные полосы, расстояние между которыми  $l=1,5$  мм. Найти угол  $\alpha$  между гранями клина. Ответ:  $\alpha=10^{-4}$  рад  $\approx 21''$ .

11. Определить длину волны света, падающего на дифракционную решетку, на каждый миллиметр которой нанесено  $n=400$  штрихов. Спектр наблюдается на экране, расположенном на расстоянии  $l=25$  см от решетки. Расстояние на экране между третьими максимумами слева и справа от центрального  $\Delta x=27,4$  см. Ответ:  $\lambda=400$  нм.

12. Естественный свет проходит через два николя, поставленные так, что угол между их плоскостями пропускания равен  $\varphi$ . Оба николя поглощают 8% падающего на них света. Оказалось, что интенсивность луча, вышедшего из анализатора (из второго николя), равна 9% интенсивности естественного света, падающего на первый николю. Чему равен угол  $\varphi$ ? Ответ:  $\varphi=62^\circ 32'$ .

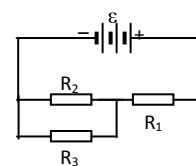
1. Два положительных точечных заряда  $q$  и  $4q$  закреплены на расстоянии  $L = 60\text{ см}$  друг от друга. В какой точке на прямой, проходящей через заряды, следует поместить третий заряд  $q_3$  так, чтобы он находился в равновесии? Укажите, какой знак должен иметь этот заряд для того, чтобы равновесие было устойчивым, если перемещения заряда возможны только вдоль прямой, проходящей через закрепленные заряды.

Ответ: между зарядами на расстоянии  $X = 40\text{ см}$  от заряда  $4q$ ; положительный.

2. Две длинные коаксиальные трубки радиусом  $R_1 = 2\text{ см}$  и  $R_2 = 4\text{ см}$  заряжены равномерно с линейными плотностями зарядов  $\tau_1 = 1 \cdot 10^{-9}\text{ Кл/м}$ ,  $\tau_2 = 0,5 \cdot 10^{-9}\text{ Кл/м}$ . Пространство между трубками заполнено эбонитом ( $\epsilon = 3$ ). Определить напряженность поля в точках, находящихся на расстоянии  $r_1 = 1\text{ см}$ ,  $r_2 = 3\text{ см}$ ,  $r_3 = 5\text{ см}$ . Построить зависимость напряженности электрического поля трубок от расстояния от оси. Ответ:  $E_1 = 0$ ;  $E_2 = 200\text{ В/м}$ ;  $E_3 = 540\text{ В/м}$ .

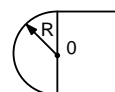
3. Конденсатор ёмкостью  $10\text{ мкФ}$ , предварительно заряженный до напряжения  $U = 300\text{ В}$ , подключили параллельно к незаряженному конденсатору ёмкостью  $C_2 = 2\text{ мкФ}$ . Найти приращение электрической энергии этой системы к моменту установления равновесия. Объяснить полученные результаты. Ответ:  $\Delta W = -0,075\text{ Дж}$ .

4. В схеме на рисунке ЭДС батареи  $\mathcal{E} = 120\text{ В}$ , сопротивления  $R_1 = 30\text{ Ом}$ ,  $R_2 = 60\text{ Ом}$ . Через сопротивление  $R_1$  течет ток  $I = 2\text{ А}$ . Найти мощность, выделяемую в резисторе с сопротивлением



$R_3$ . Сопротивлением батареи пренебречь. Ответ:  $P = 60\text{ Вт}$ .

5. Бесконечно длинный тонкий проводник с током  $I = 20\text{ А}$  изогнут, как показано на рис. Определить индукцию магнитного поля в точке  $O$ , если радиус изогнутой части проводника  $R = 20\text{ см}$ . Ответ:  $B = 51,4\text{ мТл}$ .



6. На прямолинейный проводник с током  $14,5\text{ А}$  в однородном магнитном поле с индукцией  $0,34\text{ Тл}$  действует сила  $1,65\text{ Н}$ . определить длину проводника, если он расположен под углом  $38^\circ$  к силовым линиям. Ответ:  $l = 0,54\text{ м}$ .

7. Горизонтальный стержень длиной  $L = 1\text{ м}$  вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через один из его концов. Ось вращения параллельна силовым линиям магнитного поля, индукция которого  $B = 5 \cdot 10^{-5}\text{ Тл}$ . При каком числе оборотов в секунду разность потенциалов на концах этого стержня будет равна  $\Delta\varphi = 1\text{ мВ}$ . Ответ:  $n = 6,4\text{ об/с}$ .

8. Через катушку радиусом  $R = 2\text{ см}$ , содержащую  $N = 500$  витков, проходит постоянный ток  $I = 5\text{ А}$ . Определить индуктивность катушки, если индукция магнитного поля в ее центре равна  $B = 1,26 \cdot 10^{-2}\text{ Тл}$ . Ответ:  $L = 1,58\text{ мГн}$ .

9. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита с индуктивностью  $L = 0,4\text{ Гн}$  при равномерном изменении силы тока в ней на  $\Delta I = 5\text{ А}$  за  $\tau = 0,02\text{ с}$ .  
Ответ:  $\mathcal{E}_{\text{си}} = 100\text{ В}$ .

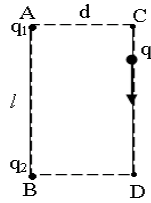
10. На экране наблюдается интерференционная картина в результате наложения лучей от двух когерентных источников ( $\lambda = 500\text{ нм}$ ). На пути одного из лучей перпендикулярно ему поместили стеклянную пластинку ( $n = 1,6$ ) толщиной  $d = 5\text{ мкм}$ . Определить, на сколько полос сместится при этом интерференционная картина.

Ответ: на 6 полос.

11. На щель шириной  $2\text{ мкм}$  падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 589\text{ нм}$ . Найти углы, в направлении которых будут наблюдаться три первых минимума интенсивности света. Ответ:  $\phi_1 \approx 17^\circ$ ;  $\phi_2 \approx 36^\circ$ ;  $\phi_3 \approx 62^\circ$ .

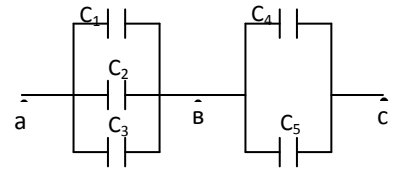
12. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора равен  $45^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, вышедшего из анализатора, если угол увеличить до  $60^\circ$ .  
Ответ:  $I'_2 / I_2 = 2$ .

1. Заряды  $q_1=2 \cdot 10^{-6}$  Кл и  $q_2=5 \cdot 10^{-6}$  Кл расположены на расстоянии  $l=40$  см друг от друга в точках А и В (см. рис.). Вдоль прямой CD, проходящей параллельно линии АВ на расстоянии  $d=30$  см от неё, перемещается заряд  $q=1 \cdot 10^{-8}$  Кл. Определить работу электрических сил при перемещении заряда  $q$  из точки С в точку D, если отрезки AC и BD перпендикулярны линии CD. Ответ:  $A = -36 \cdot 10^{-5}$  Дж.

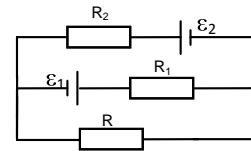


2. Электрическое поле создано бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями  $\sigma_1=2$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2=-5$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить напряженность поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной плоскостям. Ответ:  $E_1 = 396$  В/м;  $E_2 = 170$  В/м.

3. Найти напряжение на зажимах цепи (см. рис.) и общую ёмкость батареи конденсаторов, если  $C_1=C_5=4$  мкФ,  $C_2=3$  мкФ,  $C_3=5$  мкФ,  $C_4=2$  мкФ, а напряжение между точками а и в в цепи равно 100 В. Ответ:  $U_{AC}=300$  В;  $C=4$  мкФ.



4. Найти значение и направление тока через сопротивление R в цепи, изображенной на рисунке, если  $\varepsilon_1 = 1,5$  В,  $\varepsilon_2 = 3,7$  В,  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 20$  Ом,  $R = 5$  Ом. Внутренними сопротивлениями источников пренебречь. Ответ:  $I = 0,02$  А, ток идет слева направо



5. По двум параллельным бесконечно длинным проводникам, находящимся на расстоянии  $d=10$  см, текут одинаковые по величине и противоположные по направлению токи  $I=30$  А. Определить индукцию магнитного поля в точке, расположенной посередине между проводниками. Ответ:  $B=240$  мкТл.

6. Тонкий провод в виде дуги, составляющей треть кольца радиусом  $R=15$  см, находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B=20$  мТл. По проводу течет ток  $I=30$  А. Плоскость, в которой лежит дуга, перпендикулярна линиям магнитной индукции, и подводящие к дуге ток провода находятся вне поля. Определить силу F, действующую на провод. Ответ:  $F = 0,156$  Н.

7. Рамка, содержащая  $N=200$  витков тонкого провода, может вращаться вокруг оси, лежащей в плоскости рамки. Площадь рамки  $S=50$  см<sup>2</sup>. Ось рамки перпендикулярна к линиям индукции однородного магнитного поля с индукцией  $B=0,005$  Тл. Определить максимальную ЭДС, возникающую при вращении рамки с частотой  $n = 40$  Гц. Ответ:  $\varepsilon = 1,26$  В

8. Индуктивность соленоида, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна  $L=0,5$  мГн. Его длина  $\ell=0,6$  м, а диаметр  $D=2$  см. Определить число витков, приходящихся на единицу длины соленоида. Ответ:  $n = 1454$  м<sup>-1</sup>.

9. Ток в катушке равномерно увеличивают со скоростью  $di/dt = 10$  А/с. Индуктивностью  $L=200$  мГн. Найдите ЭДС самоиндукции. Ответ:  $\varepsilon_{си} = 2$  В.

10. На стеклянный клин с показателем преломления  $n=1,5$  нормально к его грани падает монохроматический свет. Преломляющий угол клина равен  $4^\circ$ . Определить длину световой волны, если расстояние между двумя соседними интерференционными максимумами в отраженном свете равно 0,2 мм. Ответ:  $\lambda = 699$  нм.

11. На щель шириной  $a = 0,1$  мм падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Дифракционная картина проецируется на экран, параллельный плоскости щели, с помощью линзы. Определить расстояние L от экрана до линзы, если расстояние между первыми дифракционными минимумами, расположенными по обе стороны от центрального максимума,  $\ell = 1$  см. Ответ:  $L = 1$  м.

12. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, прошедшего через 2 николя плоскости пропускания которых образуют угол  $30^\circ$ , если в каждом из николей в отдельности теряется 10% интенсивности падающего на него света. Ответ:  $I_0/I_2=3,3$ .

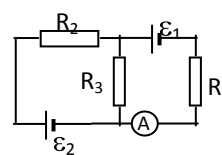


1. Точечные заряды  $q_1=1\text{мкКл}$  и  $q_2=0,1\text{мкКл}$  находятся на расстоянии  $r_1=10\text{см}$  друг от друга. Какую работу совершили силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалился от него на расстояние: 1)  $r_2=1\text{м}$ ; 2)  $r_2=\infty$ .  
 Ответ: 1)  $A = 8,1\text{ мДж}$ ; 2)  $A = 9\text{ мДж}$ .

2. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями  $\sigma_1=1\text{нКл/м}^2$ ,  $\sigma_2=3\text{нКл/м}^2$ . Определить напряженность поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.  
 Ответ:  $E_1 = 113\text{ В/м}$ ;  $E_2 = 226\text{ В/м}$ .

3. Плоский конденсатор заполнен диэлектриком и на его пластины подана разность потенциалов. Его энергия составляет  $W=2\cdot 10^{-5}\text{ Дж}$ . После того, как конденсатор отключили от источника напряжения, из него вынули диэлектрик. Работа, совершенная при этом против сил электрического поля  $A = 7\cdot 10^{-5}\text{ Дж}$ . Найти диэлектрическую проницаемость вещества, заполнявшего конденсатор.  
 Ответ:  $\varepsilon = 4,5$ .

4. В схеме на рисунке  $\varepsilon_1=2\text{В}$ ,  $\varepsilon_2=4\text{В}$ ,  $R_1=0,5\text{Ом}$  и на сопротивлении  $R_2$  падение потенциала  $U_2=1\text{В}$ . (Ток через  $R_2$  направлен слева направо). Найти показания амперметра. Сопротивлением элементов и амперметра пренебречь. Ответ:  $I = 2\text{А}$



5. Два длинных параллельных провода находятся на расстоянии  $r = 5\text{ см}$  один от другого. По проводам текут в противоположных направлениях одинаковые токи  $I = 10\text{ А}$  каждый. Найти индукцию В магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии  $r_1=2\text{см}$  от одного и  $r_2=3\text{см}$  от другого провода. Ответ:  $B = 1,66\cdot 10^{-4}\text{ Тл}$

6. Протон разгоняется в электрическом поле с разностью потенциалов  $1,5\text{ кВ}$  и попадает в однородное магнитное поле. Радиус окружности, по которой движется протон  $R=50\text{ см}$ . Определить индукцию магнитного поля.  
 Ответ:  $B=11\text{ мТл}$ .

7. Какой ток пройдет через гальванометр, присоединенный к железнодорожным рельсам, когда к нему приближается поезд со скоростью  $V= 60\text{км/ч}$ ? Вертикальная составляющая магнитного поля Земли  $B= 5\cdot 10^{-5}\text{Тл}$ . Сопротивление гальванометра  $R=100\text{ Ом}$ , расстояние между рельсами  $L=1,2\text{ м}$ . Рельсы изолированы от земли.  
 Ответ:  $I = 10\text{ мкА}$ .

8. Катушка, намотанная на немагнитный цилиндрический каркас, имеет  $N_1=750$  витков и индуктивность  $L_1=25\text{ мГн}$ . Чтобы увеличить индуктивность катушки до  $L_2=36\text{ мГн}$ , обмотку катушки сняли и заменили обложкой из более тонкой проволоки таким образом, чтобы длина катушки осталась прежней. Определить число  $N_2$  витков катушки после перемотки.  
 Ответ:  $N_2=900$ .

9. Определить скорость изменения тока в катушке с индуктивностью  $L=100\text{мГн}$ , если в ней возникла ЭДС самоиндукции  $\varepsilon_{\text{си}}=80\text{ В}$ .  
 Ответ:  $dI/dt = 800\text{ А/с}$

10. На установку для получения колец Ньютона падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,5\text{ мкм}$ ). Определить толщину воздушного слоя там, где наблюдается 5-е светлое кольцо в отраженном свете. Ответ:  $d = 1,125\text{ мкм}$ .

11. На дифракционную решетку, содержащую  $n=400$  штрихов на  $1\text{ мм}$ , падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=0,6\text{ мкм}$ . Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка, и угол  $\varphi$  дифракции, соответствующий последнему максимуму. Ответ:  $k_{\text{общ}} = 9$ ;  $\varphi = 74^\circ$ .

12. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора  $\varphi=30^\circ$ . Коэффициенты поглощения света в каждом из них составляют  $15\%$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света  $I_0$  при прохождении через эту систему?  
 Ответ:  $I_0/I_2=3,7$ .

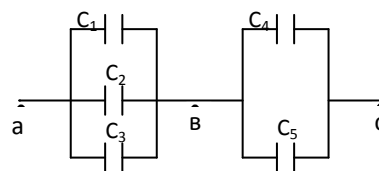
1. Точечные заряды  $q_1 = 20 \text{ нКл}$  и  $q_2 = -10 \text{ нКл}$  находятся в воздухе на расстоянии  $d = 10 \text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность электрического поля в точке, удаленной на расстояние  $r_1 = 8 \text{ см}$  от первого и на  $r_2 = 6 \text{ см}$  от второго заряда.

Ответ:  $E = 3,76 \cdot 10^4 \text{ В/м}$ .

2. Бесконечно длинная тонкостенная металлическая трубка радиусом  $R = 2 \text{ см}$  несет равномерно распределенный по поверхности заряд ( $\sigma = 1 \text{ нКл/м}^2$ ). Определить напряженность  $E$  поля в точках, отстоящих от оси трубки на расстояниях  $r_1 = 1 \text{ см}$ ,  $r_2 = 3 \text{ см}$ . Построить график зависимости напряженности поля от расстояния до оси трубки.

Ответ:  $E_1 = 0$ ;  $E_2 = 75,3 \text{ В/м}$ .

3. Найти напряжение на зажимах цепи (см. рис.) и общую ёмкость батареи конденсаторов, если  $C_1 = C_5 = 4 \text{ мкФ}$ ,  $C_2 = 3 \text{ мкФ}$ ,  $C_3 = 5 \text{ мкФ}$ ,  $C_4 = 2 \text{ мкФ}$ , а напряжение между точками  $a$  и  $b$  в цепи равно  $100 \text{ В}$ . Ответ:  $U_{AC} = 300 \text{ В}$ ;  $C = 4 \text{ мкФ}$ .

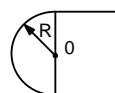


4. ЭДС батарейки карманного фонаря  $\mathcal{E} = 4,5 \text{ В}$ , её внутреннее сопротивление  $r = 3 \text{ Ом}$ . Сколько таких батареек нужно соединить последовательно, чтобы питать лампу, рассчитанную на напряжение  $U = 220 \text{ В}$  и мощность  $P = 60 \text{ Вт}$ ?

Ответ:  $n = 59$ .

5. Бесконечно длинный тонкий проводник с током  $I = 20 \text{ А}$  изогнут, как показано на рис.

Определить индукцию магнитного поля в точке  $O$ , если радиус изогнутой части проводника  $R = 20 \text{ см}$ . Ответ:  $B = 51,4 \text{ мкТл}$ .



6. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,25 \text{ Тл}$  находится прямолинейный проводник длиной  $l = 1,4 \text{ м}$  на который действует сила  $2,1 \text{ Н}$ . Определить угол между направлением тока в проводнике и направлением магнитного поля, если сила тока в проводнике  $12 \text{ А}$ ?

Ответ:  $\alpha = 30^\circ$ .

7. Определить максимальный поток магнитной индукции через прямоугольную рамку, которая вращается в однородном магнитном поле с частотой  $n = 10 \text{ об/с}$ . Амплитуда наводимой в рамке ЭДС  $\mathcal{E} = 3 \text{ В}$ . Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна вектору магнитной индукции. Ответ:  $\Phi = 48 \text{ мВб}$ .

8. Через катушку радиусом  $R = 2 \text{ см}$ , содержащую  $N = 500$  витков, проходит постоянный ток  $I = 5 \text{ А}$ . Определить индуктивность катушки, если индукция магнитного поля в ее центре равна  $B = 1,26 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$ . Ответ:  $L = 1,58 \text{ мГн}$ .

9. Определить скорость изменения тока в катушке с индуктивностью  $L = 100 \text{ мГн}$ , если в ней возникла ЭДС самоиндукции  $\mathcal{E}_{\text{си}} = 80 \text{ В}$ .

Ответ:  $dI/dt = 800 \text{ А/с}$

10. Два когерентных источника  $S_1$  и  $S_2$  с длиной волны  $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$  находятся на расстоянии  $d = 2 \text{ мм}$  друг от друга. Параллельно линии, соединяющей источники, расположен экран на расстоянии  $L = 2 \text{ м}$  от них. Что будет наблюдаться в т. А экрана, отстоящей на расстоянии  $x = 1 \text{ мм}$  от центра симметрии  $O$ : свет или темнота?

Ответ: в т. А на экране будет свет.

11. На дифракционную решетку нормально падает свет от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия ( $\lambda_1 = 6,7 \cdot 10^{-5} \text{ см}$ ) спектра второго порядка?

Ответ:  $\lambda_2 = 447 \text{ нм}$ .

12. Угол между плоскостями пропускания поляризаторов равен  $50^\circ$ . Естественный свет, проходя через такую систему, ослабляется в 8 раз. Пренебрегая потерей света при отражении, определить коэффициент поглощения  $k$  света в поляроидах.

Ответ:  $k = 0,22$ .

1. В вершинах равностороннего треугольника находятся равные по величине заряды:  $+q$ ,  $+q$ ,  $-q$ . Найдите напряженность и потенциал поля в центре треугольника. Сторона треугольника равна  $a$ . Ответ:

$$E = \frac{3q}{2\pi\epsilon_0 a^2}; \varphi = \frac{q\sqrt{3}}{4\pi\epsilon_0 a}.$$

2. На двух коаксиальных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Найти напряженность электрического поля в точках, находящихся на расстояниях от оси цилиндров:  $r_1=0,5R$ ,  $r_2=R$ ,  $r_3=1,5R$ ,  $r_4=2R$ ,  $r_5=3R$ . Построить график зависимости  $E(r)$  для областей 1, 2, 3. Принять  $\sigma_1=\sigma_2=\sigma$ , где  $\sigma=60\text{ нКл/м}^2$ . Ответ:  $E_1=0$ ;  $E_2=6,78\text{ кВ/м}$ ;  $E_3=4,52\text{ кВ/м}$ ;  $E_4=10,17\text{ кВ/м}$ ;  $E_5=6,78\text{ кВ/м}$ .

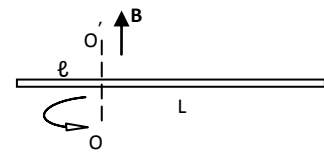
3. Плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого  $d_1=2$  см, заряжен до разности потенциалов  $U=3000$  В. Какова будет напряженность поля конденсатора, если не отключая источника напряжения, пластины раздвинуть до  $d_2=5$  см? Вычислить энергию до и после раздвижения. Площадь пластин  $S=100\text{ см}^2$ . Ответ:  $W_1=2 \cdot 10^{-5}$  Дж,  $W_2=0,8 \cdot 10^{-5}$  Дж,  $E=6 \cdot 10^4$  В/м.

4. Две лампы, рассчитанные на напряжение  $U$  и номинальные мощности  $P_1$  и  $P_2$ , включены последовательно в сеть с тем же напряжением. Какие мощности будут потреблять лампы? Ответ:  $P'_1 = \frac{P_1 P_2^2}{P_1 + P_2}$ ;  $P'_2 = \frac{P_2 P_1^2}{P_1 + P_2}$ .

5. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи  $I_1=50\text{ А}$  и  $I_2=100\text{ А}$  в противоположных направлениях. Расстояние между проводами  $d=20$  см. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной на  $r_1=25\text{ см}$  от первого и на  $r_2=40\text{ см}$  от второго провода. Ответ:  $B = 21,2\text{ мТл}$ .

6. Прямой провод длиной  $L=10\text{ см}$ , по которому течет ток  $I=20\text{ А}$ , находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,01\text{ Тл}$ . Найти угол между направлением вектора  $B$  и тока, если на провод действует сила  $F = 10\text{ мН}$ . Ответ:  $\alpha = \pi/6$  рад.

7. Тонкий металлический стержень длиной  $L=1,2$  м вращается в однородном магнитном поле вокруг оси  $OO'$ , перпендикулярной к стержню, отстоящей от одного из его концов на расстояние  $\ell=0,25$  м, делая  $n=120$  об/мин. Вектор  $B$  параллелен оси вращения и  $B=1\text{ мТл}$ . Найти разность потенциалов между концами стержня. Ответ:  $\Delta\varphi=5,3\text{ мВ}$ .



8. Катушка, намотанная на немагнитный цилиндрический каркас, имеет  $N_1=750$  витков и индуктивность  $L_1=25\text{ мГн}$ . Чтобы увеличить индуктивность катушки до  $L_2=36\text{ мГн}$ , обмотку катушки сняли и заменили обложкой из более тонкой проволоки таким образом, чтобы длина катушки осталась прежней. Определить число  $N_2$  витков катушки после перемотки. Ответ:  $N_2=900$ .

9. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита с индуктивностью  $L=0,4\text{ Гн}$  при равномерном изменении силы тока на  $\Delta I=5\text{ мА}$  за  $\tau=0,02\text{ с}$ . Ответ:  $\mathcal{E}_{\text{си}} = 0,1\text{ В}$ .

10. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,6\text{ мкм}$ . В возникшей при этом интерференционной картине на отрезке длиной  $\ell = 1\text{ см}$  наблюдается 10 полос. Определить преломляющий угол клина. ( $n_{\text{ст}} = 1,5$ ). Ответ:  $\alpha = 2 \cdot 10^{-4}$  рад  $\approx 41''$ .

11. На щель шириной  $a=0,05\text{ мм}$  падает нормально, монохроматический свет ( $\lambda=0,6\text{ мкм}$ ). Определить угол  $\varphi$  между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу. Ответ:  $\varphi = 2^\circ 45'$ .

12. Во сколько раз ослабевает свет, проходя через два николя, плоскости поляризации которых составляют угол  $63^\circ$ , если в каждом из николей теряется 10% падающего света. Ответ:  $I_0/I_2=12$ .

1. Электрическое поле создано двумя зарядами  $q_1 = 10 \text{ нКл}$  и  $q_2 = -20 \text{ нКл}$ , находящимися на расстоянии  $d = 20 \text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной от первого заряда на  $r_1 = 30 \text{ см}$  и от второго на  $r_2 = 50 \text{ см}$ .  
 Ответ:  $E = 280 \text{ В/м}$ .

2. Электрическое поле создано бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями  $\sigma_1 = 2 \text{ нКл/м}^2$  и  $\sigma_2 = -5 \text{ нКл/м}^2$ . Определить напряженность поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной плоскостям.  
 Ответ:  $E_1 = 396 \text{ В/м}$ ;  $E_2 = 170 \text{ В/м}$ .

3. Плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого  $2 \text{ см}$ , заряжен до разности потенциалов  $3000 \text{ В}$ . Какова будет напряжённость поля конденсатора, если после отключения от источника напряжения пластины раздвинуть до  $5 \text{ см}$ ? Вычислить энергию до и после раздвижения. Площадь пластин  $100 \text{ см}^2$ .  
 Ответ:  $E_2 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ В/м}$ ,  $W_1 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$ ,  $W_2 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Дж}$ .

4. Два элемента с э.д.с.  $1,7$  и  $1,4 \text{ В}$  и внутренними сопротивлениями  $0,80$  и  $0,40 \text{ Ом}$  соединены последовательно и подключены к сопротивлению  $5,0 \text{ Ом}$ . Определить ток в цепи, напряжение на внешнем сопротивлении и на зажимах каждого элемента.  
 Ответ:  $I = 0,5 \text{ А}$ ;  $U_R = 2,5 \text{ В}$ ;  $U_1 = 1,3 \text{ В}$ ;  $U_2 = 1,2 \text{ В}$ .

5. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи  $I_1 = 20 \text{ А}$  и  $I_2 = 30 \text{ А}$  в одном направлении. Расстояние между проводами  $d = 10 \text{ см}$ . Вычислить индукцию  $B$  магнитного поля в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $r = 10 \text{ см}$ .  
 Ответ:  $B = 87,2 \text{ мкТл}$ .

6. Вычислить радиус  $R$  дуги окружности, которую описывает протон в магнитном поле с индукцией  $B = 15 \text{ мТл}$ , если скорость протона  $V = 2 \text{ Мм/с}$  и направлена перпендикулярно линиям магнитной индукции.  
 Ответ:  $R = 1,38 \text{ м}$ .

7. Какой ток пройдет через гальванометр, присоединенный к железнодорожным рельсам, когда к нему приближается поезд со скоростью  $V = 60 \text{ км/ч}$ ? Вертикальная составляющая магнитного поля Земли  $B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$ . Сопротивление гальванометра  $R = 100 \text{ Ом}$ , расстояние между рельсами  $L = 1,2 \text{ м}$ . Рельсы изолированы от земли.  
 Ответ:  $I = 10 \text{ мкА}$ .

8. Катушка, намотанная на немагнитный каркас, имеет  $N_1 = 250$  витков и индуктивность  $L_1 = 36 \text{ мГн}$ . Чтобы увеличить индуктивность катушки до  $L_2 = 100 \text{ мГн}$  обмотку катушки сняли и заменили обмоткой из более тонкой проволоки с таким расчетом, чтобы длина катушки осталась прежней. Сколько витков оказалось после перемотки.  
 Ответ:  $N_2 = 417$ .

9. Ток в катушке равномерно увеличивают со скоростью  $di/dt = 10 \text{ А/с}$ . Индуктивностью  $L = 200 \text{ мГн}$ . Найдите ЭДС самоиндукции.  
 Ответ:  $\mathcal{E}_{\text{си}} = 2 \text{ В}$ .

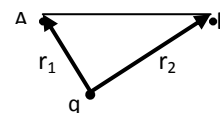
10. На экране наблюдается интерференционная картина в результате наложения лучей от двух когерентных источников ( $\lambda = 500 \text{ нм}$ ). На пути одного из лучей перпендикулярно ему поместили стеклянную пластинку ( $n = 1,6$ ) толщиной  $d = 5 \text{ мкм}$ . Определить, на сколько полос сместится при этом интерференционная картина.  
 Ответ: на 6 полос.

11. На пластину с щелью, ширина которой  $a = 0,05 \text{ мм}$ , падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,7 \text{ мкм}$ . Определить угол  $\varphi$  отклонения лучей, соответствующий первому дифракционному максимуму.  
 Ответ:  $\varphi = 1^\circ 12'$ .

12. Чему равен угол между плоскостями пропускания двух николей, если интенсивность естественного света, прошедшего через оба николя, уменьшается в четыре раза? Поглощением света пренебречь.

Ответ:  $\varphi = 45^\circ$ .

1. Найти потенциалы электрического поля в точках А и В, находящихся от заряда  $q=1,67$  нКл на расстояниях  $r_1=5$  см и  $r_2=20$  см. Определить работу электрических сил при перемещении заряда  $q_1=1$  нКл из точки А в точку В.



Ответ:  $\varphi_1=300\cdot B$ ;  $\varphi_2=75\cdot B$ ;  $A=2,25\cdot 10^{-7}$  Дж.

2. Две одинаковые прямоугольные параллельные пластины, длины сторон которых  $a=10$  см и  $b=10$  см, расположены на малом (по сравнению с линейными размерами пластин) расстоянии друг от друга. На одной из пластин равномерно распределен заряд  $q_1=50$  нКл, на другой  $q_2=150$  нКл. Определить напряженность электрического поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности поля вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

Ответ:  $E_1=565$  кВ/м;  $E_2=1130$  В/м.

3. Плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого  $d_1=2$  см, заряжен до разности потенциалов  $U=3000$  В. Какова будет напряженность поля конденсатора, если не отключая источника напряжения, пластины раздвинуть до  $d_2=5$  см? Вычислить энергию до и после раздвижения. Площадь пластин  $S=100$  см<sup>2</sup>.

Ответ:  $W_1=2\cdot 10^{-5}$  Дж,  $W_2=0,8\cdot 10^{-5}$  Дж,  $E=6\cdot 10^4$  В/м.

4. Два источника с э.д.с.  $\varepsilon_1=6,5$  В и  $\varepsilon_2=3,9$  В и одинаковыми внутренними сопротивлениями по  $2,0$  Ом соединены параллельно и подключены ко внешней цепи сопротивлением  $9,0$  Ом. Определить токи в элементах и во внешней цепи.

Ответ:  $I_1=0,91$  А;  $I_2=0,39$  А;  $I=0,52$  А.

5. По двум параллельным бесконечно длинным проводникам, находящимся на расстоянии  $d=10$  см, текут одинаковые по величине и противоположные по направлению токи  $I=30$  А. Определить индукцию магнитного поля в точке, расположенной посередине между проводниками.

Ответ:  $B=240$  мкТл.

6. По горизонтальному проводнику длиной  $20$  см и массой  $2$  г течет ток  $I=5$  А. Определить магнитную индукцию поля, в котором можно было бы поместить проводник так, чтобы он висел не падая.

Ответ:  $B=20$  мТл.

7. В однородном магнитном поле с индукцией  $B=0,1$  Тл вращается катушка из  $100$  витков, делая  $n=5$  об/с. Площадь поперечного сечения катушки  $S=100$  см<sup>2</sup>. Ось вращения перпендикулярна оси катушки и направлению магнитного поля. Найти максимальную ЭДС.

Ответ:  $\varepsilon_{\max}=3,14$  В

8. Индуктивность соленоида, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна  $L=0,5$  мГн. Его длина  $\ell=0,6$  м, а диаметр  $D=2$  см. Определить число витков, приходящихся на единицу длины соленоида.

Ответ:  $n=1454$  м<sup>-1</sup>.

9. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита с индуктивностью  $L=0,4$  Гн при равномерном изменении силы тока в ней на  $\Delta I=5$  А за  $\tau=0,02$  с.

Ответ:  $\varepsilon_{\text{си}}=100$  В.

10. Два когерентных источника света, расстояние между которыми  $0,24$  мм, удалены от экрана на  $l=2,5$  м. На экране наблюдаются чередующиеся темные и светлые полосы, причем на расстоянии  $\Delta x=5,0$  см уместится  $k=10,5$  полосы. Чему равна длина волны падающего света?

Ответ:  $\lambda=457$  нм.

11. Дифракционная решетка, освещенная нормально падающим монохроматическим светом, отклоняет линию спектра третьего порядка на угол  $\varphi_1=30^\circ$ . На какой угол  $\varphi_2$  она отклоняет ту же линию в спектре четвертого порядка?

Ответ:  $\varphi_2=41^\circ 50'$ .

12. Луч естественного света последовательно проходит через 2 поляризационные призмы, угол между главными плоскостями которых  $\varphi=60^\circ$ . Какая доля начального светового потока выйдет из анализатора? Потерями света пренебречь.

Ответ:  $I_2/I_0=1/8$ .

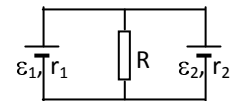
1. Расстояние между двумя положительными точечными зарядами  $q_1 = 9q$  и  $q_2 = q$  равно 8 см. На каком расстоянии от первого заряда находится точка, в которой напряженность поля равна нулю? Где находилась бы эта точка, если бы второй заряд был отрицательным? Ответ: 1)  $x = 6$  см; 2)  $x = 12$  см.

2. На двух коаксиальных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Найти напряженность электрического поля в точках, находящихся на расстояниях от оси цилиндров:  $r_1 = 0,5R$ ,  $r_2 = R$ ,  $r_3 = 1,5R$ ,  $r_4 = 2R$ ,  $r_5 = 3R$ . Построить график зависимости  $E(r)$  для областей 1, 2, 3. Принять  $\sigma_1 = -2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ , где  $\sigma = 50 \text{ нКл/м}^2$ . Ответ:  $E_1 = 0$ ;  $E_2 = -11,3 \text{ кВ/м}$ ;  $E_3 = -7,53 \text{ кВ/м}$ ;  $E_4 = -5,65 \text{ кВ/м}$ ;  $E_5 = 0$ .

3. Два конденсатора ёмкостями  $C_1 = 3 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 6 \text{ мкФ}$  соединены между собой и присоединены к батарее с ЭДС  $E = 120 \text{ В}$ . Определить заряды конденсаторов и разность потенциалов  $U_1$  и  $U_2$  между их обкладками, если конденсаторы соединены: 1) параллельно, 2) последовательно.

Ответ: 1)  $U_1 = U_2 = 120 \text{ В}$ ,  $q_1 = 360 \text{ мкКл}$ ,  $q_2 = 720 \text{ мкКл}$ ; 2)  $q_1 = q_2 = 240 \text{ мкКл}$ ,  $U_1 = 80 \text{ В}$ ,  $U_2 = 40 \text{ В}$ .

4. В схеме на рисунке  $\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2 = 2 \text{ В}$  с внутренними сопротивлениями  $r_1 = 1 \text{ Ом}$  и  $r_2 = 2 \text{ Ом}$ . Чему равно сопротивление  $R$ , если сила тока, текущего через  $\mathcal{E}_1$ ,  $I_1 = 1 \text{ А}$ ? Найти силу тока  $I_2$ , идущего через  $\mathcal{E}_2$  и силу тока  $I_R$ , идущего через сопротивление  $R$ .



Ответ:  $R = 2/3 \text{ Ом}$ ,  $I_2 = 0,5 \text{ А}$ ,  $I_R = 1,5 \text{ А}$ .

5. Расстояние между двумя длинными параллельными проводами  $d = 5 \text{ см}$ . По проводам в одном направлении текут одинаковые токи,  $I = 30 \text{ А}$  каждый. Найти индукцию  $B$  магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии  $r_1 = 4 \text{ см}$  от одного и  $r_2 = 3 \text{ см}$  от другого провода. Ответ:  $B = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$

6. В однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,085 \text{ Тл}$  влетает электрон со скоростью  $v = 4,6 \cdot 10^7 \text{ м/с}$ , направленной перпендикулярно к силовым линиям. Определить силу  $F$ , действующую на электрон в магнитном поле и радиус окружности  $R$ , по которой он движется. Ответ:  $F = 6,3 \cdot 10^{-13} \text{ Н}$ ;  $R = 3,1 \text{ мм}$ .

7. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1 \text{ Тл}$  вращается катушка из 100 витков, делая  $n = 5 \text{ об/с}$ . Площадь поперечного сечения катушки  $S = 100 \text{ см}^2$ . Ось вращения перпендикулярна оси катушки и направлению магнитного поля. Найти максимальную ЭДС. Ответ:  $\mathcal{E}_{\text{max}} = 3,14 \text{ В}$

8. Определить энергию магнитного поля соленоида, содержащего  $N = 500$  витков, которые наложены на картонный каркас радиусом  $R = 2 \text{ см}$  и длиной  $l = 0,5 \text{ м}$ , если по нему идет ток  $I = 5 \text{ А}$ . Ответ:  $W = 10 \text{ мДж}$ .

9. Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока  $I = 10 \text{ А}$  возникает магнитный поток  $\Phi = 0,5 \text{ Вб}$ . Ответ:  $E = 2,5 \text{ Дж}$ .

10. На стеклянный клин с показателем преломления  $n = 1,5$  нормально к его грани падает монохроматический свет. Преломляющий угол клина равен  $4^\circ$ . Определить длину световой волны, если расстояние между двумя соседними интерференционными максимумами в отраженном свете равно  $0,2 \text{ мм}$ . Ответ:  $\lambda = 699 \text{ нм}$ .

11. Определить длину волны света, падающего на дифракционную решетку, на каждый миллиметр которой нанесено  $n = 400$  штрихов. Спектр наблюдается на экране, расположенном на расстоянии  $l = 25 \text{ см}$  от решетки. Расстояние на экране между третьими максимумами слева и справа от центрального  $\Delta x = 27,4 \text{ см}$ .

Ответ:  $\lambda = 400 \text{ нм}$ .

12. На сколько процентов уменьшится интенсивность света после прохождения через призму Николя, если потери света составляют  $10\%$ ? Ответ: На  $55\%$ .

1. В трех вершинах квадрата со стороной 40 см находятся одинаковые положительные заряды по  $5 \cdot 10^{-9}$  Кл каждый. Найдите напряженность и потенциал электрического поля в четвертой вершине. Ответ:  $E = 538$  В/м,  $\varphi = 305$  В.
2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Определить напряженность электрического поля: между плоскостями; вне плоскостей. Построить график изменения напряженности поля вдоль линии, перпендикулярной пластинам. Принять  $\sigma_1 = \sigma$ ,  $\sigma_2 = -2\sigma$ , где  $\sigma = 20$  нКл/м<sup>2</sup>.  
 Ответ:  $E_1 = 3,39$  кВ/м;  $E_2 = 1,13$  кВ/м.
3. Конденсатор ёмкостью 10 мкФ, предварительно заряженный до напряжения  $U = 300$  В, подключили параллельно к незаряженному конденсатору ёмкостью  $C_2 = 2$  мкФ. Найти приращение электрической энергии этой системы к моменту установления равновесия. Объяснить полученные результаты. Ответ:  $\Delta W = -0,075$  Дж.
4. Два гальванических элемента соединены параллельно одноименными полюсами и замкнуты на внешнее сопротивление. Э.д.с. элементов одинаковы и равны 2В, внутренние сопротивления  $r_1 = 1$  Ом,  $r_2 = 2$  Ом. Через сопротивление  $r_1$  течет ток  $I_1 = 1$  А. Найти токи, текущие через  $r_2$  и  $R$ , а также чему равно сопротивление  $R$ .  
 Ответ:  $I_2 = 0,5$  А;  $I_R = 1,5$  А;  $R = 0,67$  Ом.
5. Найти индукцию магнитного поля внутри длинного соленоида при силе тока в нем  $I = 8$  А, если на длине  $l = 40$  см намотано  $N = 400$  витков проволоки. Как изменится индукция магнитного поля, если внутри соленоида поместить железный сердечник с магнитной проницаемостью  $\mu = 2000$ ? Ответ:  $B_0 = 0,01$  Тл;  $B_c = 20$  Тл.
6. Ион, несущий один элементарный заряд, движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,015$  Тл по окружности радиусом  $R = 10$  см. Определить импульс иона.  
 Ответ:  $p = 2,4 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с.
7. Определить максимальный поток магнитной индукции через прямоугольную рамку, которая вращается в однородном магнитном поле с частотой  $n = 10$  об/с. Амплитуда наводимой в рамке ЭДС  $\varepsilon = 3$  В. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна вектору магнитной индукции. Ответ:  $\Phi = 48$  мВб.
8. Катушка длиной  $\ell = 20$  см и диаметром  $D = 3$  см имеет  $N = 400$  витков. По катушке идет ток силой  $I = 2$  А. Найти: 1) индуктивность катушки; 2) магнитный поток, пронизывающий площадь ее поперечного сечения.  
 Ответ:  $L = 7,1 \cdot 10^{-4}$  Гн;  $\Phi = 1,42 \cdot 10^{-3}$  Вб.
9. При увеличении в 2 раза силы тока в катушке с индуктивностью  $L = 0,5$  Гн, энергия магнитного поля возросла на  $\Delta E = 3$  Дж. Найти начальные значения силы тока и энергии поля.  
 Ответ:  $I = 2$  А;  $E = 1$  Дж.
10. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой находится жидкость. Каков ее показатель преломления, если при наблюдении в отраженном свете для  $\lambda = 600$  нм радиус десятого темного кольца Ньютона  $r_{10} = 2,1$  мм? Радиус кривизны линзы  $R = 1$  м. Известно, что  $n < n_{ст}$ .  
 Ответ:  $n = 1,36$
11. На дифракционную решетку длиной  $L = 1,5$  мм, содержащую  $N = 300$  штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 550$  нм. Определить: 1) число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки; 2) угол, соответствующий последнему максимуму.  
 Ответ:  $k_{общ} = 19$ ;  $\varphi_{max} \approx 82^\circ$ .
12. Естественный свет проходит через два николя, поставленные так, что угол между их плоскостями пропускания равен  $\varphi$ . Оба николя поглощают 8% падающего на них света. Оказалось, что интенсивность луча, вышедшего из анализатора (из второго николя), равна 9% интенсивности естественного света, падающего на первый николю. Чему равен угол  $\varphi$ ?  
 Ответ:  $\varphi = 62^\circ 32'$ .

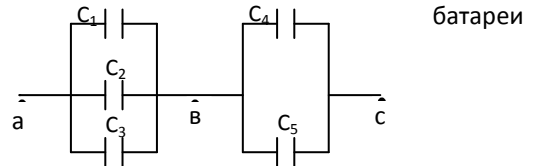
1. Точечные заряды  $q_1=1\text{мкКл}$  и  $q_2=0,1\text{мкКл}$  находятся на расстоянии  $r_1=10\text{см}$  друг от друга. Какую работу совершили силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалился от него на расстояние: 1)  $r_2=1\text{м}$ ; 2)  $r_2=\infty$ .  
 Ответ: 1)  $A = 8,1\text{ мДж}$ ; 2)  $A = 9\text{ мДж}$ .

2. Заряд  $q = 0,4\text{ мкКл}$  равномерно распределен по объему шара радиуса  $R=3\text{ см}$ . Найти напряженность электрического поля на расстоянии  $r_1=2\text{см}$ ,  $r_2=3\text{ см}$ ,  $r_3=4\text{ см}$  от центра шара. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния до центра шара. Диэлектрическая проницаемость материала шара  $\epsilon=5$ .

Ответ:  $E_1 = 533\text{ кВ/м}$ ;  $E_2 = 800\text{ кВ/м}$ ;  $E_2' = 4000\text{ кВ/м}$ ;  $E_3 = 2250\text{ кВ/м}$ .

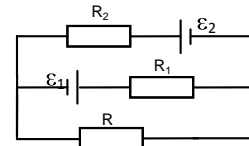
3. Найти напряжение на зажимах цепи (см. рис.) и общую ёмкость конденсаторов, если  $C_1=C_5=4\text{мкФ}$ ,  $C_2=3\text{мкФ}$ ,  $C_3=5\text{мкФ}$ ,  $C_4=2\text{мкФ}$ , а напряжение между точками а и в в цепи равно  $100\text{ В}$ .

Ответ:  $U_{AC}=300\text{ В}$ ;  $C=4\text{ мкФ}$ .



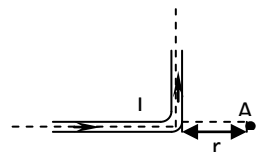
4. Найти значение и направление тока через сопротивление  $R$  в цепи, изображенной на рисунке, если  $\epsilon_1 = 1,5\text{ В}$ ,  $\epsilon_2 = 3,7\text{ В}$ ,  $R_1 = 10\text{ Ом}$ ,  $R_2 = 20\text{ Ом}$ ,  $R = 5\text{ Ом}$ . Внутренними сопротивлениями источников пренебречь.

Ответ:  $I = 0,02\text{ А}$ , ток идет слева направо



5. Бесконечно длинный прямой проводник согнут под прямым углом. По проводнику течет ток  $I = 20\text{ А}$ . Какова магнитная индукция в точке А, если  $r = 5\text{ см}$ ?

Ответ:  $B = 40\text{ мкТл}$ .



6. Определить индукцию магнитного поля, если на проводник длиной  $l=0,6\text{ м}$  с током  $I=10\text{ А}$ , расположенным под углом  $\alpha=60^\circ$  к силовым линиям, действует сила  $F=0,52\text{ Н}$ .  
 Ответ:  $B=0,1\text{ Тл}$ .

7. В магнитном поле, индукция которого  $B=0,05\text{ Тл}$  вращается стержень длиной  $L=1\text{ м}$  с постоянной угловой скоростью  $\omega=20\text{ рад/с}$ . Ось вращения проходит через конец стержня и параллельна силовым линиям магнитного поля. Найти ЭДС индукции, возникающей на концах стержня.  
 Ответ:  $\epsilon=0,5\text{ В}$ .

8. Соленоид, площадь  $S$  сечения которого равна  $5\text{ см}^2$ , содержит  $1200$  витков. Индукция  $B$  магнитного поля внутри соленоида при силе тока  $I=2\text{ А}$  равна  $0,01\text{ Тл}$ . Определить индуктивность соленоида. Ответ:  $L=3\text{ мГн}$ .

9. Определить скорость изменения тока в катушке с индуктивностью  $L=100\text{ мГн}$ , если в ней возникла ЭДС самоиндукции  $\epsilon_{\text{си}}=80\text{ В}$ .  
 Ответ:  $dI/dt = 800\text{ А/с}$

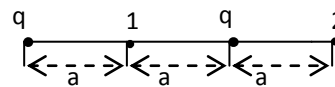
10. На стеклянный клин нормально к его грани падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,6\text{ мкм}$ . В возникшей при этом интерференционной картине на отрезке длиной  $\ell = 1\text{ см}$  наблюдается  $10$  полос. Определить преломляющий угол клина. ( $n_{\text{ст}} = 1,5$ ).  
 Ответ:  $\alpha = 2 \cdot 10^{-4}\text{ рад} \approx 41''$ .

11. На щель шириной  $2\text{ мкм}$  падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 589\text{ нм}$ . Найти углы, в направлении которых будут наблюдаться три первых минимума интенсивности света.  
 Ответ:  $\phi_1 \approx 17^\circ$ ;  $\phi_2 \approx 36^\circ$ ;  $\phi_3 \approx 62^\circ$ .

12. Главные плоскости поляризатора и анализатора параллельны друг другу. Какая часть интенсивности естественного света проходит через эту систему? Коэффициент поглощения света в поляризаторе и анализаторе составляет  $10\%$ .  
 Ответ:  $I_2=0,405 I_0$ .

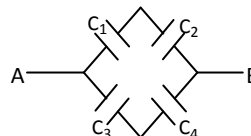


1. Электрическое поле создано двумя положительными одинаковыми точечными зарядами  $q$ . Найти работу сил поля по перемещению заряда  $q_1=10\text{ нКл}$  из точки 1 с потенциалом  $\varphi_1=300\text{ В}$  в точку 2 (см. рис.). Ответ:  $A=1\text{ мкДж}$ .



2. Металлический шарик радиусом  $R=2\text{ см}$ , имеющий заряд  $q = 12\text{ нКл}$ , окружен слоем диэлектрика толщиной  $d=7\text{ см}$  и относительной диэлектрической проницаемостью  $\varepsilon=3$ . Найти напряженность поля в точках, лежащих на расстоянии  $r_1=1\text{ см}$ ,  $r_2=5\text{ см}$ ,  $r_3=11\text{ см}$  от центра шарика. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния до центра шарика. Ответ:  $E_1=0$ ;  $E_2=14,4\text{ кВ/м}$ ;  $E_3=8,9\text{ кВ/м}$ .

3. Конденсаторы соединены так, как показано на рисунке. Электроёмкости конденсаторов  $C_1=0,2\text{ мкФ}$ ,  $C_2=0,6\text{ мкФ}$ ,  $C_3=0,3\text{ мкФ}$ ,  $C_4=0,5\text{ мкФ}$ . Разность потенциалов  $U$  между точками **A** и **B** равна  $320\text{ В}$ . Определить разность потенциалов и заряд на пластинах каждого конденсатора.



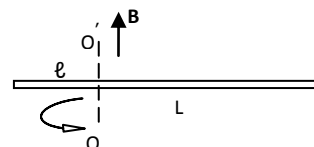
Ответ:  $q_1=q_2=48\text{ мкКл}$ ,  $U_1=240\text{ В}$ ,  $U_2=80\text{ В}$ ,  $q_3=q_4=60\text{ мкКл}$ ,  $U_3=200\text{ В}$ ,  $U_4=120\text{ В}$ .

4. Элемент замыкают сначала на внешнее сопротивление  $R_1=2\text{ Ом}$ , а затем на внешнее сопротивление  $R_2=0,5\text{ Ом}$ . Найти ЭДС элемента и его внутреннее сопротивление, если известно, что в каждом из этих случаев, мощность, выделяемая во внешней цепи, одинакова и равна  $P=2,54\text{ Вт}$ . Ответ:  $r=1\text{ Ом}$ ,  $\varepsilon=3,4$ .

5. По бесконечно длинному прямому проводу, согнутому под углом  $\varphi=120^\circ$ , течет ток  $I=50\text{ А}$ . Найти магнитную индукцию  $B$  в точках, лежащих на биссектрисе угла и удаленных от его вершины на расстояние  $a=5\text{ см}$ . Ответ:  $B_1=346\text{ мкТл}$ ;  $B_2=116\text{ мкТл}$ .

6. Прямолинейный проводник длиной  $88\text{ см}$  расположен перпендикулярно магнитным силовым линиям однородного поля. Чему равна магнитная индукция этого поля, если на проводник действует сила  $1,6\text{ Н}$  при силе тока  $23\text{ А}$ ? Ответ:  $B=0,079\text{ Тл}$ .

7. Тонкий металлический стержень длиной  $L=1,2\text{ м}$  вращается в однородном магнитном поле вокруг оси  $OO'$ , перпендикулярной к стержню, отстоящей от одного из его концов на расстоянии  $\ell=0,25\text{ м}$ , делая  $n=120\text{ об/мин}$ . Вектор  $\mathbf{B}$  параллелен оси вращения и  $B=1\text{ мТл}$ . Найти разность потенциалов между концами стержня. Ответ:  $\Delta\varphi=5,3\text{ мВ}$ .



8. На картонный каркас длиной  $l=50\text{ см}$  и площадью сечения  $S_1=4\text{ см}^2$  намотан в один слой провод диаметром  $d=0,2\text{ мм}$  так, что витки, плотно прилегают друг к другу (толщиной изоляции пренебречь). Найти индуктивность  $L$  получившегося соленооида. Ответ:  $L=6,28\text{ мГн}$ .

9. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита с индуктивностью  $L=0,4\text{ Гн}$  при равномерном изменении силы тока на  $\Delta I=5\text{ мА}$  за  $\tau=0,02\text{ с}$ . Ответ:  $\varepsilon_{\text{си}}=0,1\text{ В}$ .

10. На установку для получения колец Ньютона падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,5\text{ мкм}$ ). Определить толщину воздушного слоя там, где наблюдается 5-е светлое кольцо в отраженном свете.

Ответ:  $d=1,125\text{ мкм}$ .

11. Постоянная дифракционной решетки в  $n=4$  раза больше длины световой волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол  $\alpha$  между двумя первыми симметричными дифракционными максимумами. Ответ:  $\alpha=29^\circ$ .

12. Пучок естественного света последовательно проходит через два николя, плоскости пропускания которых образуют между собой угол  $\varphi=40^\circ$ . Принимая, что коэффициент поглощения каждого николя  $k=0,15$ , найти, во сколько раз пучок света  $I_2$ , выходящий из второго николя, ослаблен по сравнению с пучком света  $I_0$ , падающим на первый николю. Ответ:  $I_0/I_2=4,72$ .

# 2013\_\_зГНТ-13-1\_\_Резерв\_1

1. Точечные заряды  $q_1=1\text{мкКл}$  и  $q_2=0,1\text{мкКл}$  находятся на расстоянии  $r_1=10\text{см}$  друг от друга. Какую работу совершили силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалился от него на расстояние: 1)  $r_2=1\text{м}$ ; 2)  $r_2=\infty$ .  
 Ответ: 1)  $A = 8,1\text{ мДж}$ ; 2)  $A = 9\text{ мДж}$ .

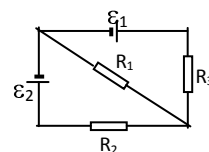
2. На двух концентрических сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Найти напряженность электрического поля на расстояниях  $r_1=0,5R$ ,  $r_2=R$ ,  $r_3=1,5R$ ,  $r_4=2R$ ,  $r_5=3R$  от центра сфер. Принять  $\sigma_1=4\sigma$ ;  $\sigma_2=\sigma$ , где  $\sigma=30\text{нКл/м}^2$ . Построить график зависимости  $E(r)$ .

Ответ:  $E_1 = 0$ ;  $E_2 = 13,56\text{ кВ/м}$ ;  $E_3 = 6\text{кВ/м}$ ;  $E_4 = 3,39\text{кВ/м}$ ;  $E_4' = 6,78\text{кВ/м}$ ;  $E_5 = 3\text{кВ/м}$ .

3. Расстояние между пластинами заряженного плоского конденсатора уменьшили в 2 раза. Во сколько раз изменилась энергия поля? Рассмотреть 2 случая: а) конденсатор отключается от источника напряжения; б) конденсатор остается подключённым к источнику постоянного напряжения. Ответ: а)  $W_2/W_1=0,5$ ; б)  $W_2/W_1=2$ .

4. В схеме на рисунке источники с ЭДС  $\varepsilon_1=2,1\text{ В}$ ,  $\varepsilon_2=1,9\text{В}$ ,  $R_1=45\text{Ом}$ ,  $R_2=R_3=10\text{Ом}$ . Найти силу тока во всех участках цепи. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

Ответ:  $I_1=0,04\text{ А}$ ,  $I_2=0,01\text{ А}$ ,  $I_3=0,03\text{ А}$ .



5. Тонкий провод изогнут в виде правильного шестиугольника. Длина стороны шестиугольника  $d=10\text{ см}$ . Определить магнитную индукцию  $B$  в центре шестиугольника, если по проводу течет ток  $I = 25\text{А}$ . Ответ:  $B = 173\text{ мкТл}$ .

6. Тонкий провод в виде дуги, составляющей треть кольца радиусом  $R=15\text{см}$ , находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B=20\text{ мТл}$ . По проводу течет ток  $I=30\text{ А}$ . Плоскость, в которой лежит дуга, перпендикулярна линиям магнитной индукции, и подводящие к дуге ток провода находятся вне поля. Определить силу  $F$ , действующую на провод.  
 Ответ:  $F = 0,156\text{ Н}$ .

7. В однородном магнитном поле под углом  $30^\circ$  к направлению вектора магнитной индукции  $\mathbf{B}$ , величина которого  $B=0,1\text{ Тл}$ , движется проводник длиной  $L=2\text{ м}$  со скоростью  $V=5\text{ м/с}$ . Какова ЭДС индукции в проводнике?  
 Ответ:  $\varepsilon = 0,5\text{ В}$ .

8. Из какого числа витков провода состоит однослойная обмотка катушки, индуктивность которой  $0,001\text{ Гн}$ . Диаметр катушки  $4\text{ см}$ , диаметр провода  $0,6\text{ мм}$ . Витки плотно прилегают друг к другу. Ответ:  $N=380$ .

9. На катушке сопротивлением  $R=8,2\text{ Ом}$  и индуктивностью  $L=25\text{ мГн}$  поддерживается постоянное напряжение  $U=55\text{ В}$ . Сколько энергии выделится при размыкании цепи катушки? Какая средняя ЭДС самоиндукции появится при этом в катушке, если энергия будет выделяться в течение  $\Delta t=12\text{ мс}$ . Ответ:  $E = 0,56\text{ Дж}$ ;  $\varepsilon_{si} = 14\text{ В}$ .

10. Два когерентных источника света, расстояние между которыми  $0,24\text{ мм}$ , удалены от экрана на  $l=2,5\text{ м}$ . На экране наблюдаются чередующиеся темные и светлые полосы, причем на расстоянии  $\Delta x = 5,0\text{ см}$  уместится  $k = 10,5$  полосы. Чему равна длина волны падающего света?  
 Ответ:  $\lambda = 457\text{ нм}$ .

11. На щель шириной  $2\text{ мкм}$  падает нормально параллельный пучок монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 589\text{ нм}$ . Найти углы, в направлении которых будут наблюдаться три первых минимума интенсивности света.  
 Ответ:  $\phi_1 \approx 17^\circ$ ;  $\phi_2 \approx 36^\circ$ ;  $\phi_3 \approx 62^\circ$ .

12. Интенсивность света, проходящего через 2 николя, уменьшается в 10 раз. Угол между их плоскостями пропускания  $\phi=60^\circ$ . Определить коэффициенты поглощения света в каждом из николей. Ответ:  $k=0,11$ .

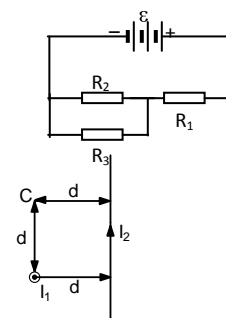
1. В вершинах равностороннего треугольника находятся равные по величине заряды:  $+q$ ,  $+q$ ,  $-q$ . Найдите напряженность и потенциал поля в центре треугольника. Сторона треугольника равна  $a$ . Ответ:

$$E = \frac{3q}{2\pi\epsilon_0 a^2}; \varphi = \frac{q\sqrt{3}}{4\pi\epsilon_0 a}.$$

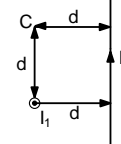
2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Определить напряженность электрического поля: между плоскостями; вне плоскостей. Построить график изменения напряженности поля вдоль линии, перпендикулярной пластинам. Принять  $\sigma_1 = -2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ , где  $\sigma = 80 \text{ нКл/м}^2$ .  
 Ответ:  $E_1 = 13,56 \text{ кВ/м}$ ,  $E_2 = 4,52 \text{ кВ/м}$

3. На два конденсатора ёмкостью  $C_1 = 1 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 2 \text{ мкФ}$ , соединённых последовательно, подано напряжение  $900 \text{ В}$ . Возможна ли работа схемы при указанных условиях, если напряжение пробоя конденсаторов  $U_0 = 500 \text{ В}$ ?  
 Ответ:  $U_1 = 600 \text{ В}$ . Работа схемы невозможна.

4. В схеме на рисунке ЭДС батареи  $\mathcal{E} = 120 \text{ В}$ , сопротивления  $R_1 = 30 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 60 \text{ Ом}$ . Через сопротивление  $R_1$  течёт ток  $I = 2 \text{ А}$ . Найти мощность, выделяемую в резисторе с сопротивлением  $R_3$ . Сопротивлением батареи пренебречь. Ответ:  $P = 60 \text{ Вт}$ .



5. По двум бесконечно длинным прямым проводникам, скрещенным под прямым углом (см. рис.) текут токи  $I_1 = 30 \text{ А}$  и  $I_2 = 40 \text{ А}$ . Расстояние между проводами  $d = 20 \text{ см}$ . Определить индукцию магнитного поля в точке  $C$ , удаленной от обоих проводников на расстояние, равное  $d$ . Ответ:  $B = 50 \text{ мТл}$ .



6. Протон разгоняется в электрическом поле с разностью потенциалов  $1,5 \text{ кВ}$  и попадает в однородное магнитное поле. Радиус окружности, по которой движется протон  $R = 50 \text{ см}$ . Определить индукцию магнитного поля.  
 Ответ:  $B = 11 \text{ мТл}$ .

7. Рамка, содержащая  $N = 200$  витков тонкого провода, может вращаться вокруг оси, лежащей в плоскости рамки. Площадь рамки  $S = 50 \text{ см}^2$ . Ось рамки перпендикулярна к линиям индукции однородного магнитного поля с индукцией  $B = 0,005 \text{ Тл}$ . Определить максимальную ЭДС, возникающую при вращении рамки с частотой  $n = 40 \text{ Гц}$ .  
 Ответ:  $\mathcal{E} = 1,26 \text{ В}$

8. Индуктивность соленоида, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна  $L = 0,5 \text{ мГн}$ . Его длина  $\ell = 0,6 \text{ м}$ , а диаметр  $D = 2 \text{ см}$ . Определить число витков, приходящихся на единицу длины соленоида.

$$\text{Ответ: } n = 1454 \text{ м}^{-1}.$$

9. Какова индуктивность соленоида, в котором равномерное изменение силы тока на  $\Delta I = 2 \text{ А}$  в течение  $\tau = 0,25 \text{ с}$  возбуждает ЭДС самоиндукции  $\mathcal{E}_{\text{си}} = 20 \text{ мВ}$ .  
 Ответ:  $L = 2,5 \text{ мГн}$ .

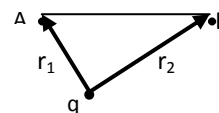
10. В тонкой клинообразной стеклянной пластинке ( $n = 1,5$ ) в отраженном свете при нормальном падении лучей с длиной волны  $\lambda = 450 \text{ нм}$  наблюдаются темные интерференционные полосы, расстояние между которыми  $l = 1,5 \text{ мм}$ . Найти угол  $\alpha$  между гранями клина.  
 Ответ:  $\alpha = 10^{-4} \text{ рад} \approx 21''$ .

11. На дифракционную решетку длиной  $L = 1,5 \text{ мм}$ , содержащую  $N = 300$  штрихов, падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 550 \text{ нм}$ . Определить: 1) число максимумов, наблюдаемых в спектре дифракционной решетки; 2) угол, соответствующий последнему максимуму.

$$\text{Ответ: } k_{\text{общ}} = 19; \varphi_{\text{max}} \approx 82^\circ.$$

12. Два николя расположены так, что угол между их главными плоскостями составляет  $\varphi = 60^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света  $I_0$  при прохождении через оба николя. Коэффициент поглощения света в каждом никеле  $k = 0,05$ .  
 Ответ:  $I_0/I_2 = 8,86$ .

1. Найти потенциалы электрического поля в точках А и В, находящихся от заряда  $q=1,67$  нКл на расстояниях  $r_1=5$  см и  $r_2=20$  см. Определить работу электрических сил при перемещении заряда  $q_1=1$  нКл из точки А в точку В.



Ответ:  $\varphi_1=300$  В;  $\varphi_2=75$  В;  $A=2,25 \cdot 10^{-7}$  Дж.

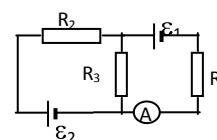
2. Длинный парафиновый цилиндр радиусом  $R=2$  см несет заряд, равномерно распределенный по объему с объемной плотностью  $\rho=10$  нКл/м<sup>3</sup>. Определить напряженность электрического поля в точках, находящихся от оси цилиндра на расстояниях  $r_1=1$  см,  $r_2=2$  см,  $r_3=3$  см. Построить график зависимости напряженности поля от расстояния до оси цилиндра.

Ответ:  $E_1=2,83$  В/м;  $E_2=5,65$  В/м;  $E_3=7,54$  В/м.

3. Плоский конденсатор заполнен диэлектриком и на его пластины подана разность потенциалов. Его энергия составляет  $W=2 \cdot 10^{-5}$  Дж. После того, как конденсатор отключили от источника напряжения, из него вынули диэлектрик. Работа, совершенная при этом против сил электрического поля  $A=7 \cdot 10^{-5}$  Дж. Найти диэлектрическую проницаемость вещества, заполнявшего конденсатор.

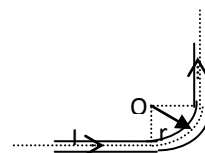
Ответ:  $\epsilon=4,5$ .

4. На рисунке  $\epsilon_1=110$  В,  $\epsilon_2=220$  В,  $R_1=R_2=100$  Ом,  $R_3=500$  Ом. Найти показание амперметра. Сопротивлением источников и амперметра пренебречь.



Ответ:  $I=0,4$  А.

5. По бесконечно длинному прямому проводу, изогнутому так, как это показано на рисунке, течет ток  $I=100$  А. Определить магнитную индукцию В в точке О, если  $r=10$  см.



Ответ:  $B=357$  мТл.

6. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов  $U=600$  В, влетел в однородное магнитное поле с индукцией  $B=0,3$  Тл и начал двигаться по окружности. Вычислить ее радиус R.

Ответ:  $R=1,2$  см.

7. Горизонтальный стержень длиной  $L=1$  м вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через один из его концов. Ось вращения параллельна силовым линиям магнитного поля, индукция которого  $B=5 \cdot 10^{-5}$  Тл. При каком числе оборотов в секунду разность потенциалов на концах этого стержня будет равна  $\Delta\varphi=1$  мВ.

Ответ:  $n=6,4$  об/с.

8. Катушка длиной  $\ell=20$  см и диаметром  $D=3$  см имеет  $N=400$  витков. По катушке идет ток силой  $I=2$  А. Найти: 1) индуктивность катушки; 2) магнитный поток, пронизывающий площадь ее поперечного сечения.

Ответ:  $L=7,1 \cdot 10^{-4}$  Гн;  $\Phi=1,42 \cdot 10^{-3}$  Вб.

9. В катушке, содержащей 400 витков, намотанных на картонный цилиндр радиусом 2 см и длиной 40 см, сила тока изменяется по закону  $I=0,2t$ . Определить ЭДС самоиндукции и энергию магнитного поля в конце десятой секунды.

Ответ:  $\epsilon_{\text{св}}=0,126$  мВ;  $E=1,26$  мДж.

10. На стеклянный клин с показателем преломления  $n=1,5$  нормально к его грани падает монохроматический свет. Преломляющий угол клина равен  $4^\circ$ . Определить длину световой волны, если расстояние между двумя соседними интерференционными максимумами в отраженном свете равно 0,2 мм.

Ответ:  $\lambda=699$  нм.

11. На дифракционную решетку, содержащую  $n=400$  штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda=0,6$  мкм. Найти общее число дифракционных максимумов, которые дает эта решетка, и угол  $\varphi$  дифракции, соответствующий последнему максимуму.

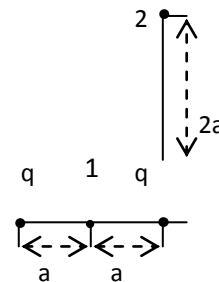
Ответ:  $k_{\text{общ}}=9$ ;  $\varphi=74^\circ$ .

12. Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора  $\varphi=30^\circ$ . Коэффициенты поглощения света в каждом из них составляют 15%. Во сколько раз уменьшится интенсивность естественного света  $I_0$  при прохождении через эту систему?

Ответ:  $I_0/I_2=3,7$ .

1. Определить работу по перемещению заряда  $q_1 = 50 \text{ нКл}$  из точки 1 в точку 2 (см. рис.) в поле, созданном двумя одинаковыми точечными зарядами с  $q = 1 \text{ мкКл}$  и  $a = 0,1 \text{ м}$ .

Ответ:  $A = 5,16 \text{ мДж}$ .



2. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями  $\sigma_1 = 1 \text{ нКл/м}^2$ ,  $\sigma_2 = 3 \text{ нКл/м}^2$ . Определить напряженность поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

Ответ:  $E_1 = 113 \text{ В/м}$ ;  $E_2 = 226 \text{ В/м}$ .

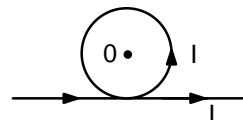
3. Три конденсатора с ёмкостями  $C_1 = 2 \text{ нФ}$ ,  $C_2 = 4 \text{ нФ}$ ,  $C_3 = 6 \text{ нФ}$  соединены последовательно. Можно ли накладывать на эту батарею напряжение  $U = 11 \text{ кВ}$ , если напряжение пробоя каждого конденсатора  $U' = 4 \text{ кВ}$ ? Ответ: напряжение на первом конденсаторе  $U_1 = 6 \text{ кВ}$ , поэтому нельзя.

4. Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. Э.д.с. каждого элемента  $\varepsilon = 1,2 \text{ В}$ , внутреннее сопротивление  $r = 0,2 \text{ Ом}$ . Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление  $R = 1,5 \text{ Ом}$ . Найти силу тока во внешней цепи.

Ответ:  $I = 2 \text{ А}$ .

5. Найти индукцию магнитного поля в центре петли радиусом  $R = 10 \text{ см}$ , образованной бесконечно длинным тонким проводником с током  $I = 50 \text{ А}$  (см. рисунок).

Ответ:  $B = 414 \text{ мкТл}$ .



6. Двукратно ионизированный атом гелия ( $\alpha$  - частица) движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,12 \text{ Тл}$  по окружности радиусом  $R = 10 \text{ см}$ . Найти скорость атома гелия.

Ответ:  $v = 0,6 \text{ Мм/с}$ .

7. Определить частоту вращения прямоугольной рамки, вращающейся в однородном магнитном поле, магнитная индукция которого  $B = 0,5 \text{ Тл}$ , если амплитуда наведенной в рамке ЭДС  $\varepsilon_{\text{max}} = 10 \text{ В}$ . Площадь рамки  $S = 200 \text{ см}^2$ , а число витков  $N = 20$ . Ось вращения перпендикулярна вектору магнитной индукции. Ответ:  $n = 8 \text{ об/с}$ .

8. Соленоид, площадь  $S$  сечения которого равна  $5 \text{ см}^2$ , содержит 1200 витков. Индукция  $B$  магнитного поля внутри соленоида при силе тока  $I = 2 \text{ А}$  равна  $0,01 \text{ Тл}$ . Определить индуктивность соленоида. Ответ:  $L = 3 \text{ мГн}$ .

9. Через катушку, индуктивность которой  $L = 0,021 \text{ Гн}$  течет ток, изменяющийся со временем по закону  $I = I_0 \sin \omega t$ , где  $I_0 = 5 \text{ А}$ ,  $\omega = 2\pi/T$ ,  $T = 0,02 \text{ с}$ . Найти зависимость от времени: 1) энергии магнитного поля катушки 2) ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке.

Ответ:  $E(t) = 0,26 \sin^2 100\pi t$ ;  $\varepsilon_{\text{св}}(t) = -33 \cos 100\pi t$ .

10. От двух когерентных источников  $S_1$  и  $S_2$  лучи падают на экран ( $\lambda = 0,8 \text{ мкм}$ ). На экране наблюдается интерференционная картина. Когда на пути одного из лучей перпендикулярно ему поместили мыльную пленку ( $n = 1,33$ ), интерференционная картина изменилась на противоположную. При какой наименьшей толщине  $d$  пленки это возможно?

Ответ:  $d = 1,21 \text{ мкм}$ .

11. На пластину с щелью, ширина которой  $a = 0,05 \text{ мм}$ , падает нормально монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,7 \text{ мкм}$ . Определить угол  $\varphi$  отклонения лучей, соответствующий первому дифракционному максимуму.

Ответ:  $\varphi = 1^\circ 12'$ .

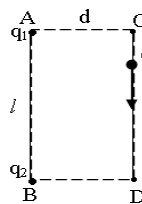
12. Во сколько раз ослабляется интенсивность света, прошедшего через 2 николя плоскости пропускания которых образуют угол  $30^\circ$ , если в каждом из николей в отдельности теряется 10% интенсивности падающего на него света.

Ответ:  $I_0/I_2 = 3,3$ .

1. Заряды  $q_1=2\cdot 10^{-6}$  Кл и  $q_2=5\cdot 10^{-6}$  Кл расположены на расстоянии  $l=40$  см друг от друга в точках А и В (см. рис.). Вдоль прямой CD, проходящей параллельно линии АВ на расстоянии  $d=30$  см от неё, перемещается заряд  $q=1\cdot 10^{-8}$  Кл. Определить работу электрических сил при перемещении заряда  $q$  из точки С в точку D, если отрезки AC и BD перпендикулярны линии CD.

Ответ:  $A=$

$-36\cdot 10^{-5}$  Дж.

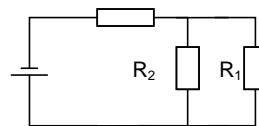


2. На двух коаксиальных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Найти напряженность электрического поля в точках, находящихся на расстояниях от оси цилиндров:  $r_1=0,5R$ ,  $r_2=R$ ,  $r_3=1,5R$ ,  $r_4=2R$ ,  $r_5=3R$ . Построить график зависимости  $E(r)$  для областей 1, 2, 3. Принять  $\sigma_1=\sigma_2=\sigma$ , где  $\sigma=60$  нКл/м<sup>2</sup>. Ответ:  $E_1=0$ ;  $E_2=6,78$  кВ/м;  $E_3=4,52$  кВ/м;  $E_4=10,17$  кВ/м;  $E_5=6,78$  кВ/м.

3. Конденсатор ёмкостью  $10$  мкФ, предварительно заряженный до напряжения  $U=300$  В, подключили параллельно к незаряженному конденсатору ёмкостью  $C_2=2$  мкФ. Найти приращение электрической энергии этой системы к моменту установления равновесия. Объяснить полученные результаты. Ответ:  $\Delta W = -0,075$  Дж.

4. Найти силу тока, текущего через сопротивление  $R_1 = 2$  кОм в цепи, изображенной на рисунке, где  $R_2=1$  кОм,  $R_3=2$  кОм,  $\varepsilon = 24$  В.

Ответ:  $I_1=3$  мА.



5. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи  $I_1=50$  А и  $I_2=100$  А в противоположных направлениях. Расстояние между проводами  $d=20$  см. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной на  $r_1=25$  см от первого и на  $r_2=40$  см от второго провода. Ответ:  $B = 21,2$  мТл.

6. Квадратная проволочная рамка расположена в одной плоскости с длинным прямым проводом так, что две ее стороны параллельны проводу. По рамке и проводу текут одинаковые токи  $I = 1$  кА. Определить силу  $F$ , действующую на рамку, если ближайшая к проводу сторона рамки находится на расстоянии, равном ее длине. Ответ:  $F = 0,1$  Н.

7. Изолированный металлический диск радиусом  $R=0,25$  м вращается в перпендикулярном к диску однородном магнитном поле с индукцией  $B=10$  мТл, делая  $n=1000$  об/мин. Найти разность потенциалов  $\Delta\phi$ , возникающую между центром и краем диска. Ответ:  $\Delta\phi=33$  мВ.

8. Через катушку радиусом  $R=2$  см, содержащую  $N=500$  витков, проходит постоянный ток  $I=5$  А. Определить индуктивность катушки, если индукция магнитного поля в ее центре равна  $B=1,26\cdot 10^{-2}$  Тл. Ответ:  $L=1,58$  мГн.

9. Найти энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока  $I=10$  А возникает магнитный поток  $\Phi=0,5$  Вб. Ответ:  $E = 2,5$  Дж.

10. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой находится жидкость. Каков ее показатель преломления, если при наблюдении в отраженном свете для  $\lambda = 600$  нм радиус десятого темного кольца Ньютона  $r_{10} = 2,1$  мм? Радиус кривизны линзы  $R = 1$  м. Известно, что  $n < n_{ст}$ . Ответ:  $n = 1,36$

11. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. Определить угол дифракции для линии  $\lambda_1=0,55$  мкм в четвертом порядке, если этот угол для линии  $\lambda_2=0,6$  мкм в третьем порядке составляет  $\phi_2=30^\circ$ . Ответ:  $\phi_1 = 37^\circ 40'$ .

12. При прохождении света через поляризатор и анализатор интенсивность его уменьшается в 5 раз. Определить угол  $\phi$  между главными плоскостями поляризатора и анализатора, если потери света в каждом из них составляют 10%. Ответ:  $\phi=45^\circ$ .