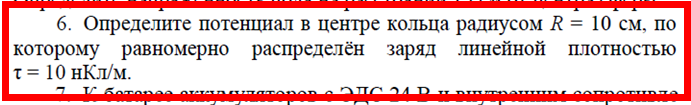
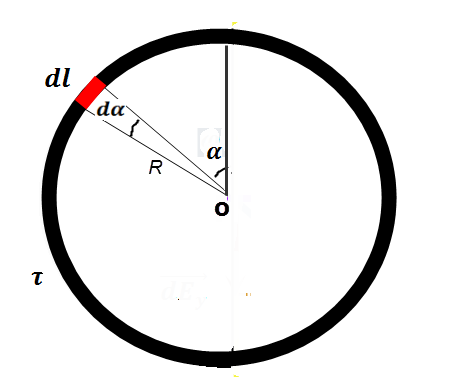
ЗАРЯЖЕННОЕ КОЛЬЦО



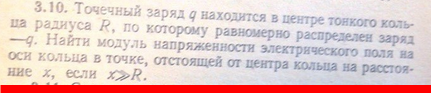


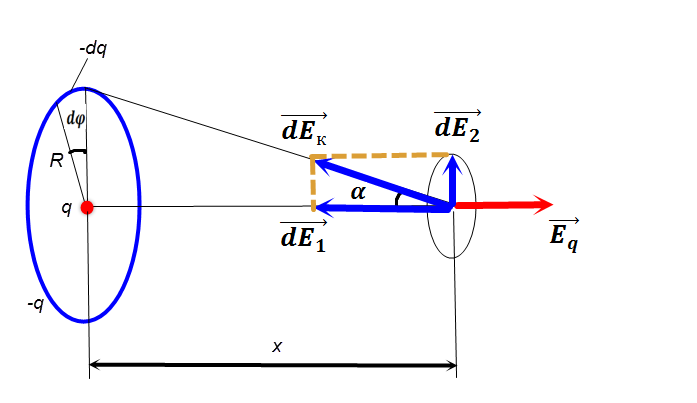
Выделим элемент кольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Потенциал электрического поля со стороны этого элемента

где

Тогда искомый потенциал

Задача 3.10





Решение. Выделим элемент кольца - сектор. Напряжённость от заряда

*,*

Где

Из рисунка видно, что проекции и ,

где

Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

Тогда

Напряжённость от точечного заряда в центре кольца на расстоянии

По принципу суперпозиции искомая суммарная напряжённость

Модуль этой напряжённости

При

Проще говоря, издали кольцо будет казаться точечным зарядом.

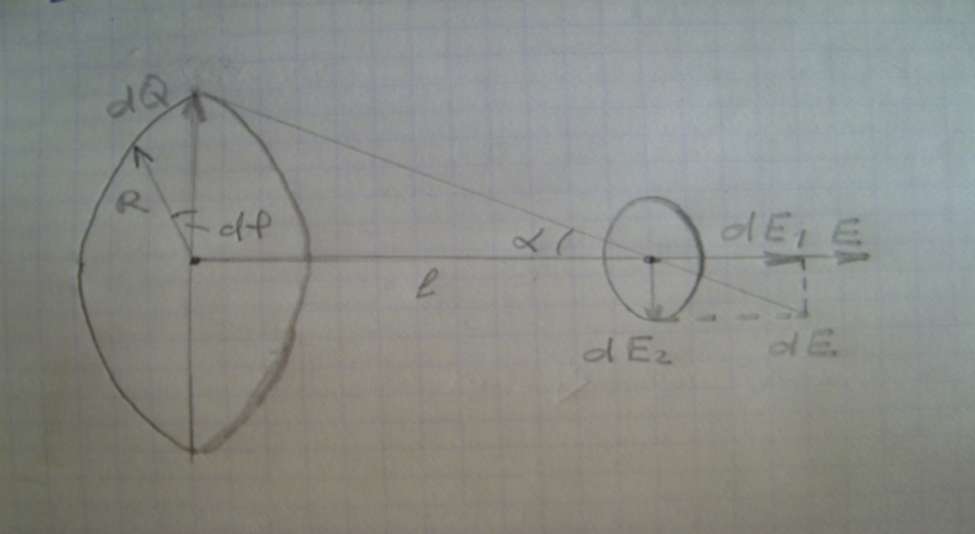
Итак, искомый модуль напряжённости при

**Задача про заряженное кольцо**

тонкое кольцо радиусом R=10см несет равномерно распределенный заряд q =0,1 мкКл на перпендикуляре к плоскости кольца, восстановленном из его середины, находится точечный заряд q1= 10 в минус 2 мкКл. определить силу,действующую на точечный заряд со стороны заряженного кольца, если он удален от центра кольца 1) на r1=20cм 2) на r2=2м

Решение. Искомая сила равна произведению напряжённости электрического поля со стороны кольца на величину заряда:

Найдём эту напряжённость.



Заряд всего кольца равен

Напряжённость от заряда

,

где

Из рисунка видно, что проекции и ,

где

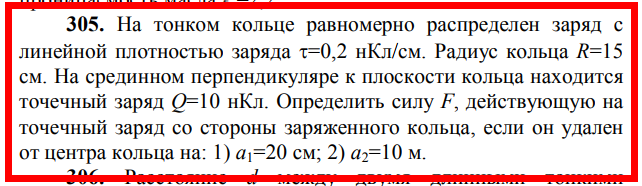
Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

Тогда (\*)

Подставив в формулу (\*) вместо , найдём значения напряжённости

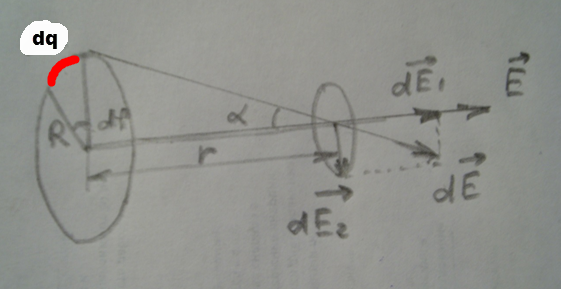
Соответственно значения силы, действующей на точечный заряд :

Так как то



Решение. Искомая сила равна произведению напряжённости электрического поля со стороны кольца на величину заряда:

Найдём эту напряжённость.



Выделим элемент кольца - красный сектор. Напряжённость от заряда

где

Из рисунка видно, что проекции и ,

где

Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

Тогда

Соответственно значения силы, действующей на точечный заряд :

Так как то

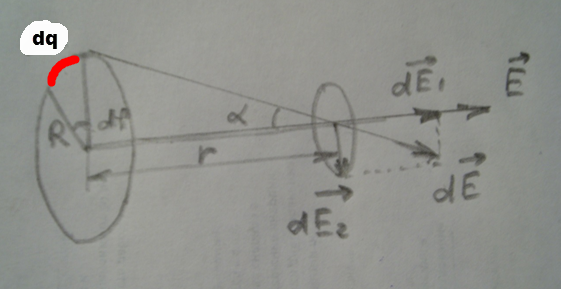
**По тонкому кольцу радиуса R равномерно распределен заряд q. Найти максимальную силу, действующую на точечный заряд q0, находящийся на оси кольца(ε = 1).**

Дано:

Найти:

Решение. Искомая сила равна произведению напряжённости электрического поля со стороны кольца на величину заряда:

Найдём эту напряжённость.



Выделим элемент кольца - красный сектор. Напряжённость от заряда

где

линейная плотность заряда

Из рисунка видно, что проекции и ,

где

Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

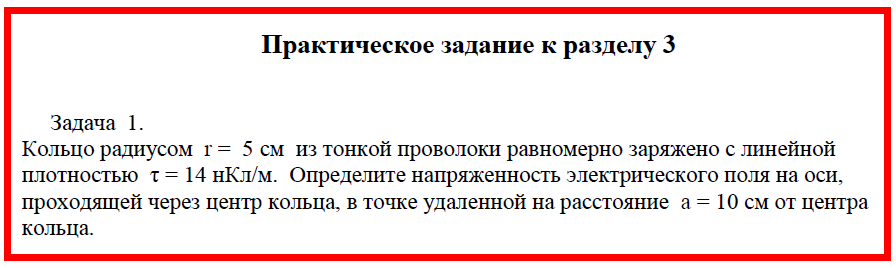
Тогда

Найдём производную и приравняем её к нулю

Это критическая точка, при переходе через которую производная меняет знак с плюса на минус, т.е. это точка максимума, тогда

Соответственно максимальная сила

Ответ:



Решение.



Выделим элемент кольца - красный сектор. Напряжённость от заряда

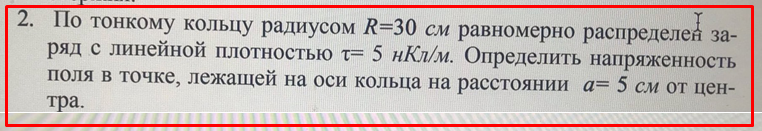
где

Из рисунка видно, что проекции и ,

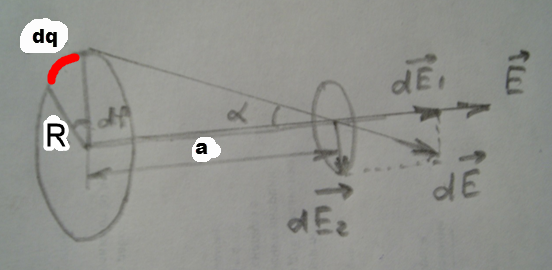
где

Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

Тогда



Решение.



Выделим элемент кольца - красный сектор. Напряжённость от заряда

где

линейная плотность заряда

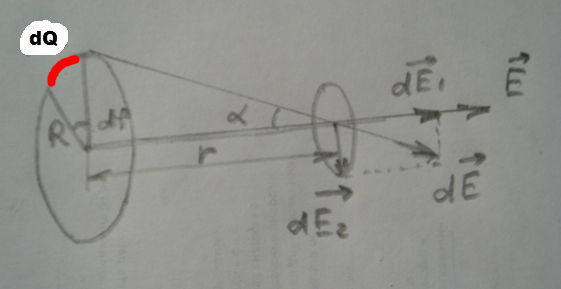
Из рисунка видно, что проекции и ,

где

Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

Тогда

**20.Положительный заряд 10 нКл равномерно распределен по тонкому проволочному кольцу радиуса 10 см. Определить напряженность поля и потенциал в точке, лежащей на оси кольца на расстоянии 10 см от его центра. Изменятся ли эти величины, если нарушить равномерное распределение заряда по кольцу.**



Решение. Выделим элемент кольца - красный сектор. Напряжённость от заряда

где

Линейная плотность заряда

Из рисунка видно, что проекции и ,

где

Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

Тогда

Теперь найдём потенциал

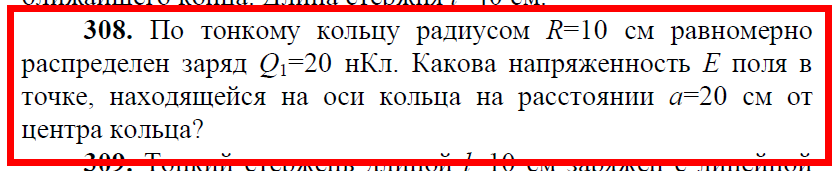


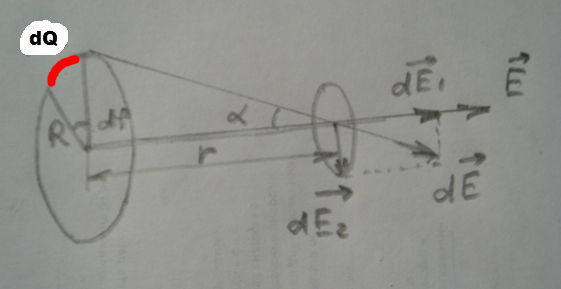
Выделим элемент кольца. Заряд этого элемента

Потенциал в точке А от элемента кольца

Найденное значение потенциала в той же точке не изменятся, если тот же заряд будет распределён неравномерно, т.к. интеграл – это сумма потенциалов от элементарных зарядов.

А вот с напряжённостью дело обстоит иначе, т.к. уже не будет симметрии





Решение. Выделим элемент кольца - красный сектор. Напряжённость от заряда

где

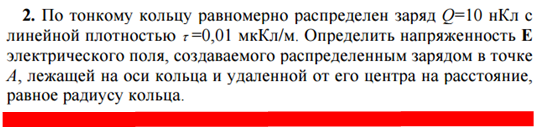
Линейная плотность заряда

Из рисунка видно, что проекции и ,

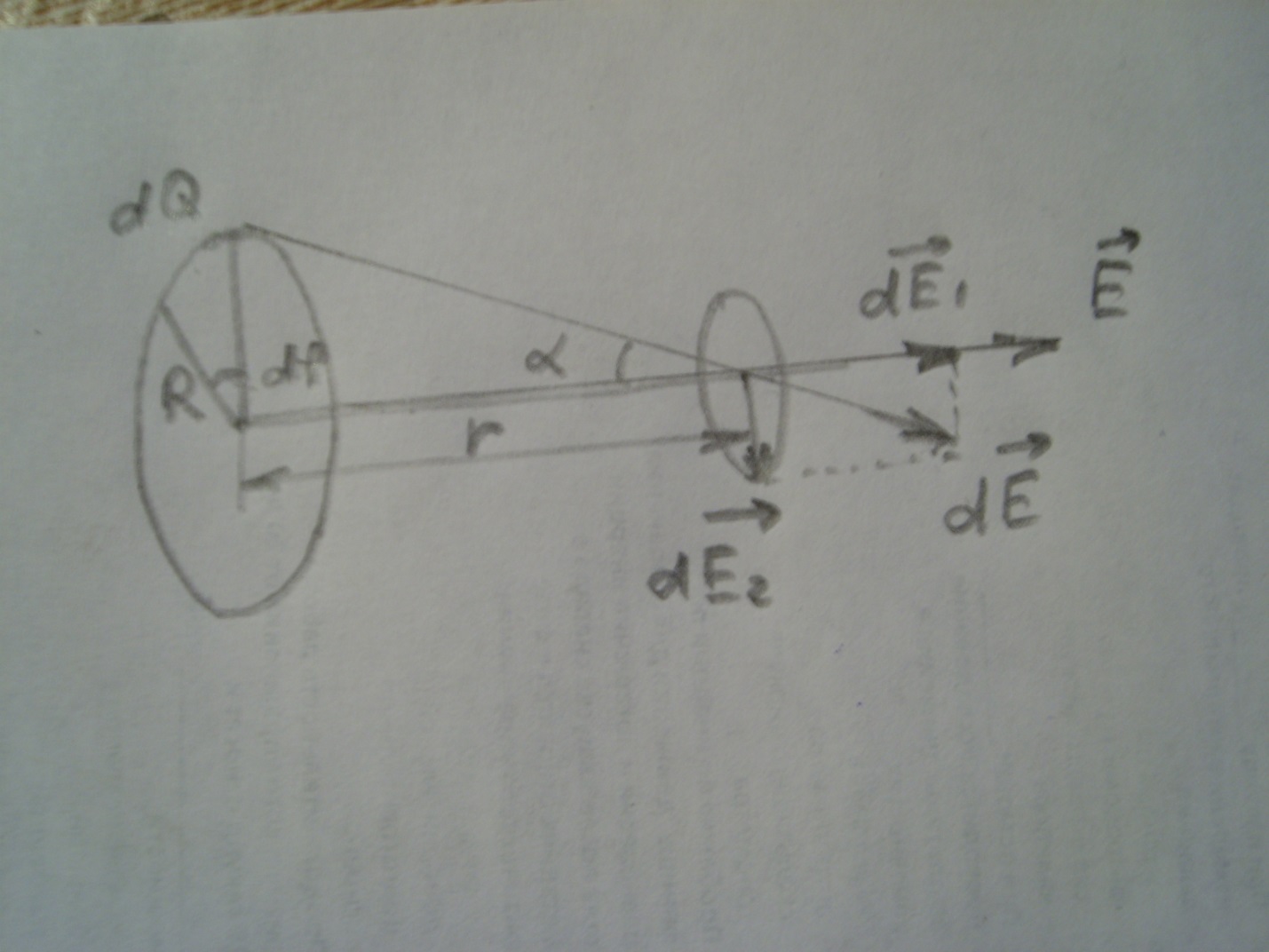
где

Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

Тогда



Решение.



Выделим элемент кольца - сектор. Напряжённость от заряда

,

где

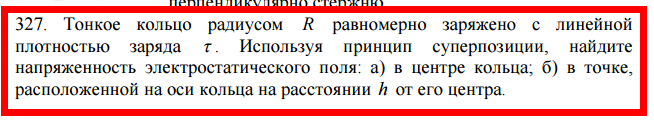
Из рисунка видно, что проекции и ,

где

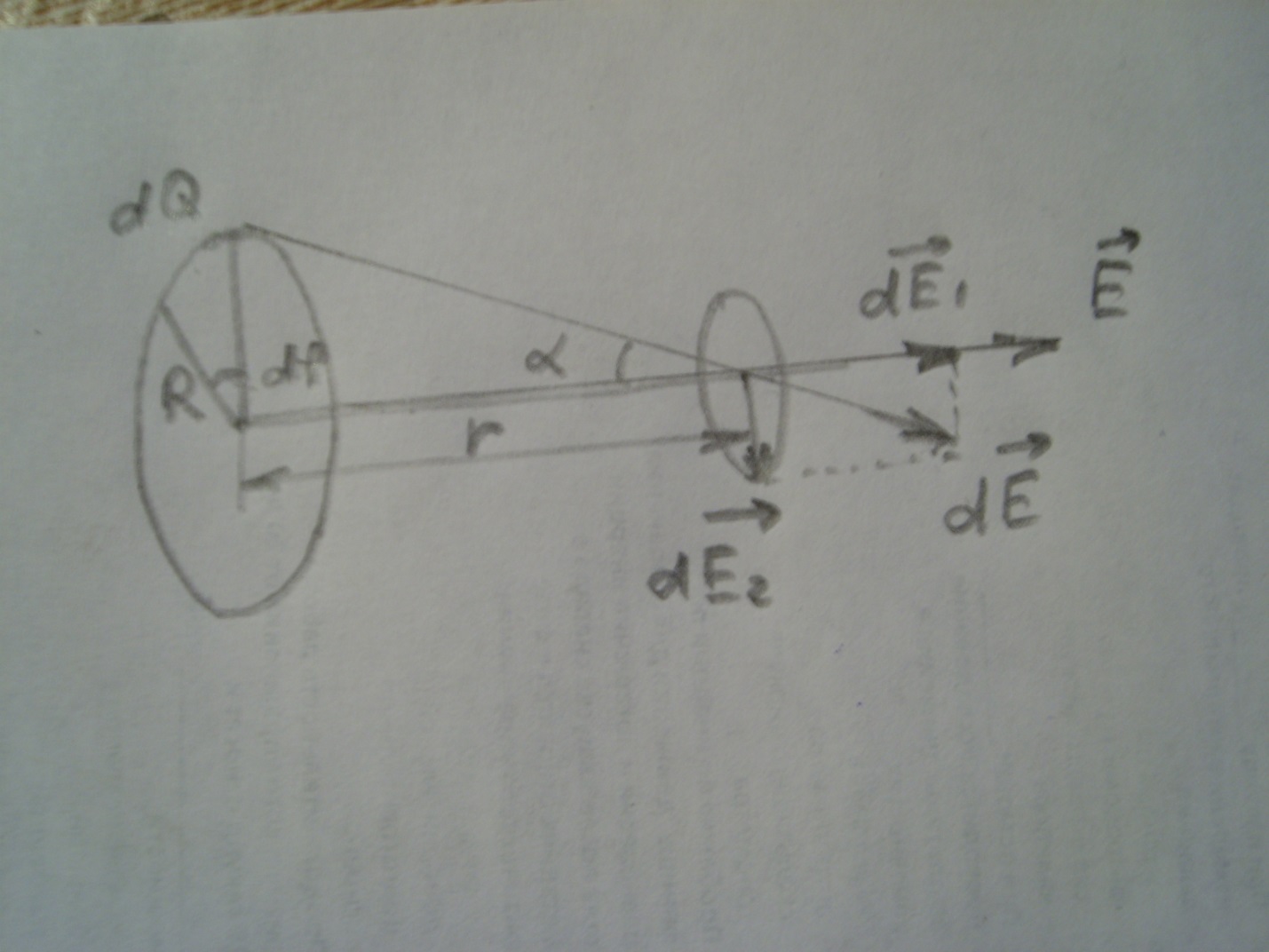
Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

Тогда

При



Решение.



Выделим элемент кольца - сектор. Напряжённость от заряда

,

где

Из рисунка видно, что проекции и ,

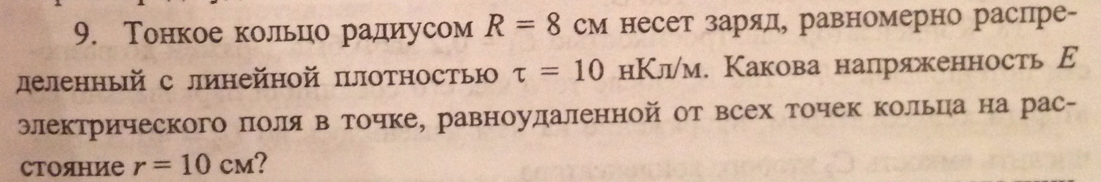
где

Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

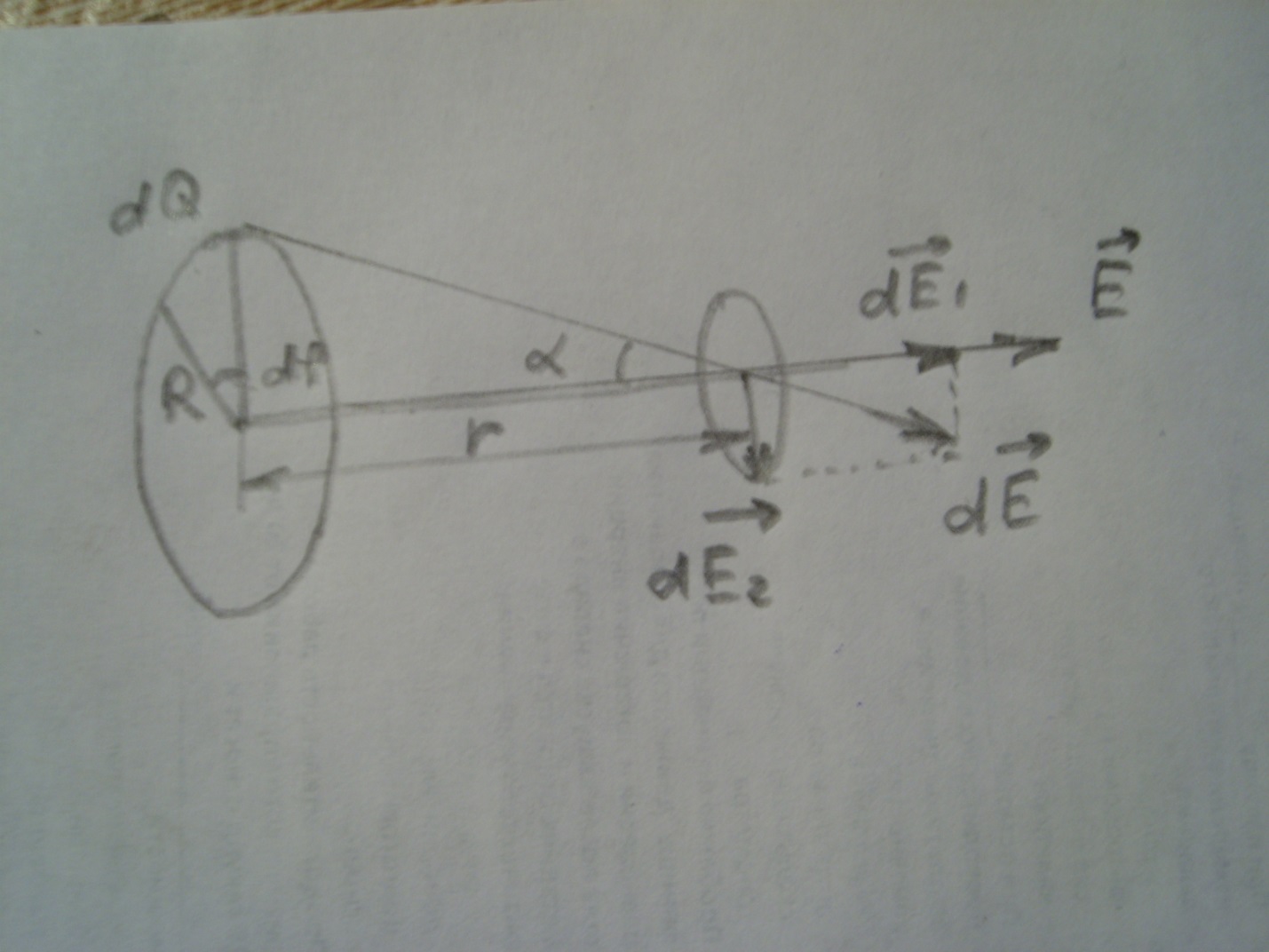
Тогда

При

При



Решение.



Выделим элемент кольца - сектор. Напряжённость от заряда

,

где

Из рисунка видно, что проекции и ,

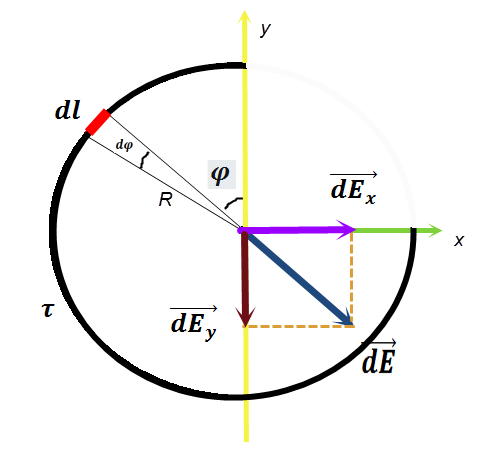
где

Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

Тогда

Ответ:

**По тонкой нити, изогнутой по дуге окружности радиусом R=10 см, равномерно распределен заряд Q = 20 нКл. Определить напряженность Е поля, создаваемого этим зарядом в точке совпадающей с центром кривизны дуги, если длина нити равна четверти длины окружности.**



Решение. Выделим элемент (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен .

Линейная плотность заряда

Где длина трёх четвертей окружности, так что

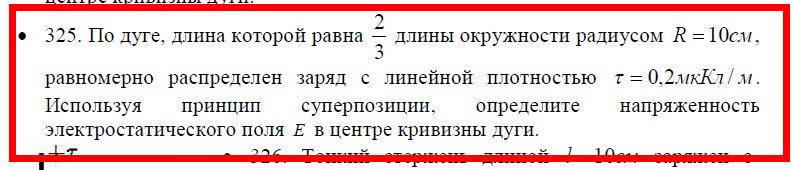
Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента

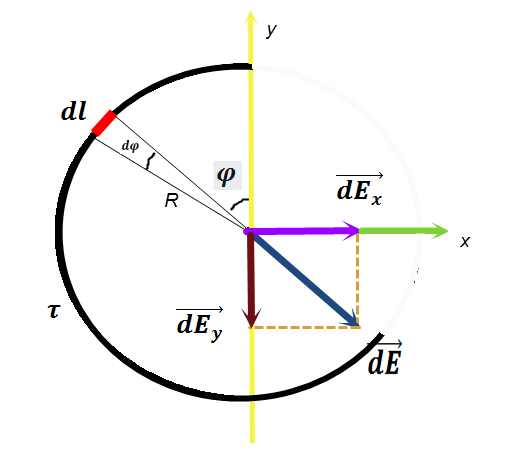
где

Проекции на оси координат:

Так у нас три четверти кольца, то

Тогда





Решение. Выделим элемент (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен .

Линейная плотность заряда

Где длина трёх четвертей окружности, так что

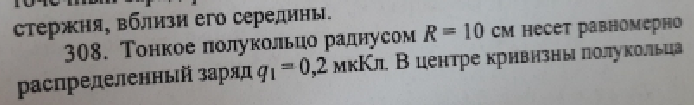
Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента

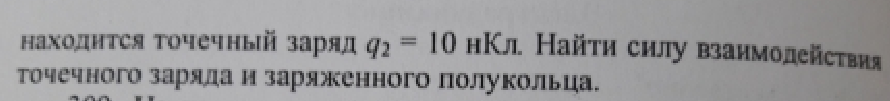
где

Проекции на оси координат:

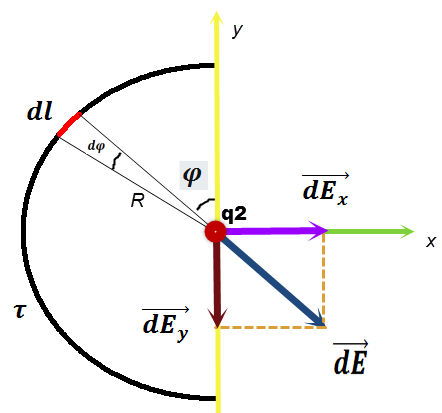
Так у нас две трети кольца, то

Тогда





Решение.



Сила, действующая на заряд со стороны полукольца:

Где напряжённость электрического поля со стороны полукольца

Выделим элемент полукольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента

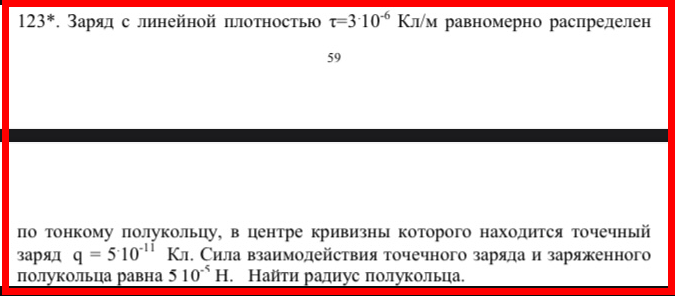
где

линейная плотность заряда

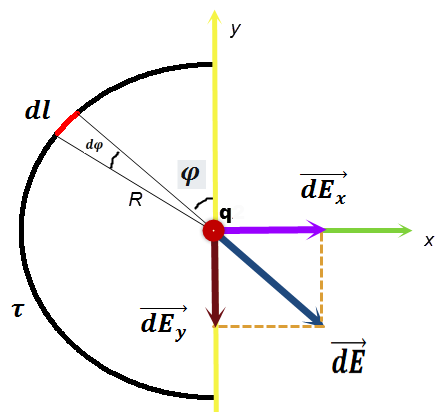
Проекции на оси координат:

Тогда

Отсюда искомая сила



Решение.



Сила, действующая на заряд со стороны полукольца:

Где напряжённость электрического поля со стороны полукольца

Выделим элемент полукольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента

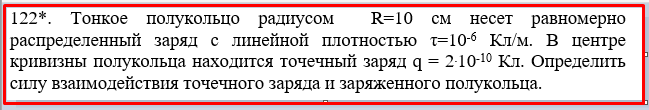
где

линейная плотность заряда

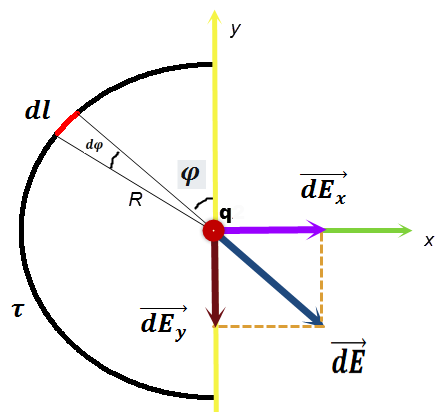
Проекции на оси координат:

Тогда

Отсюда радиус



Решение.



Сила, действующая на заряд со стороны полукольца:

Где напряжённость электрического поля со стороны полукольца

Выделим элемент полукольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента

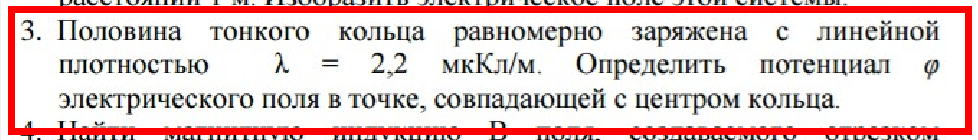
где

линейная плотность заряда

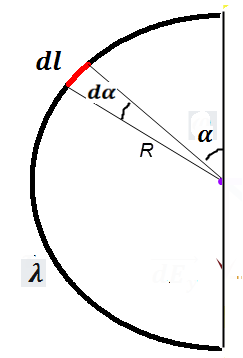
Проекции на оси координат:

Тогда

Отсюда сила взаимодействия заряда и полукольца



Решение.



Выделим элемент полукольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Потенциал электрического поля со стороны этого элемента

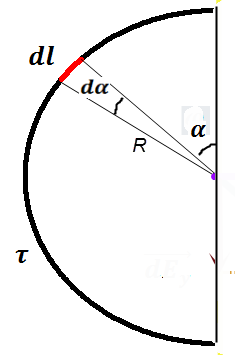
где

Тогда искомый потенциал

Найти потенциал в центре полукольца радиуса R, заряженного

равномерно с линейной плотностью τ = 0,4 мкКл/м.

Решение.

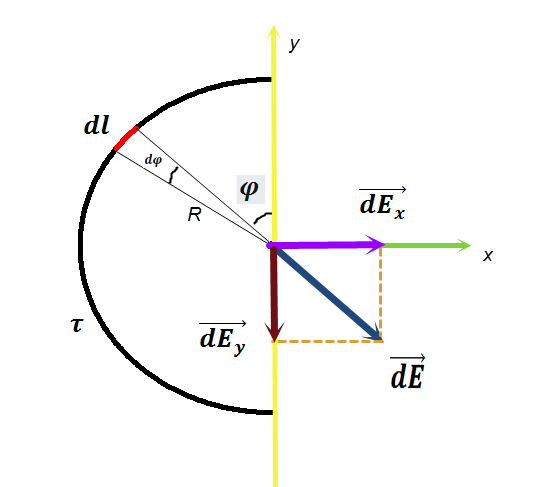


Выделим элемент полукольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Потенциал электрического поля со стороны этого элемента

где

Тогда искомый потенциал

**315. Заряд q =1,0 нКл равномерно распределен по дуге окружности ра- диусом R=10 см. Найти напряженность Е электрического поля в центре дуги, если она представляет собой половину окружности.**



Решение. Линейная плотность заряда

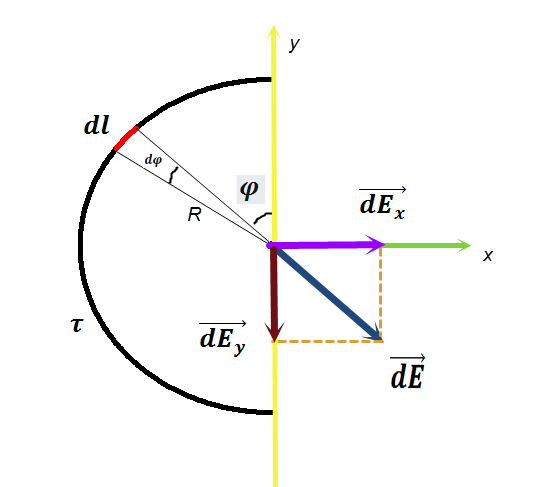
Выделим элемент полукольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента

где

Проекции на оси координат:

Тогда

**По тонкому полукольцу радиуса 10 см равномерно распределен заряд с линейной плотностью 1 мкКл/м. Определить напряженность Е электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке О, совпадающей с центром кольца.**



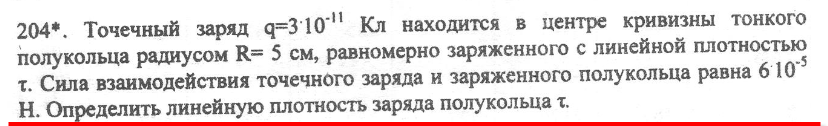
Решение.

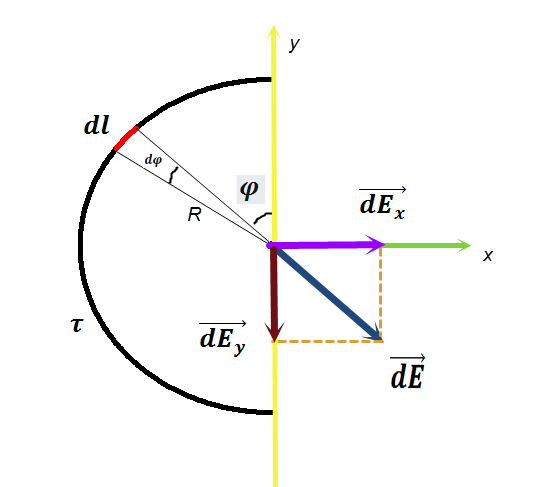
Выделим элемент полукольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента

где

Проекции на оси координат:

Тогда





Решение. Сила, действующая на заряд со стороны полукольца:

Где напряжённость электрического поля со стороны полукольца

Выделим элемент полукольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента

где

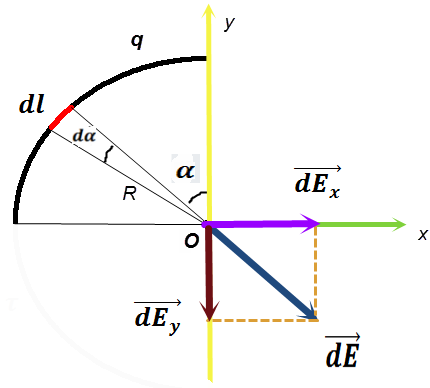
Проекции на оси координат:

Тогда

Отсюда искомая линейная плотность заряда

Ответ:

**Заряд q=10^-10 кл равномерно распределен по тонкой нити в форме дуги окружности ,длина которой равна 5 см и составляет четверть от длины окружности . Вычислить напряженность и потенциал электрического поля в центре кривизны нити.**



Решение. Линейная плотность заряда

Где длина четверти окружности, так что

Выделим элемент четверти кольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента в точке О

где

Проекции на оси координат:

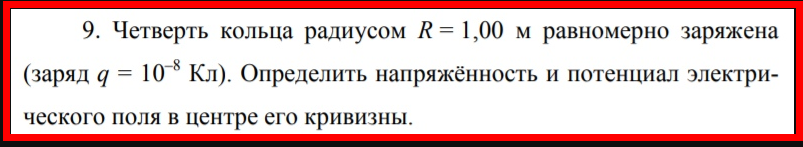
Так у нас четверть кольца, то

Тогда

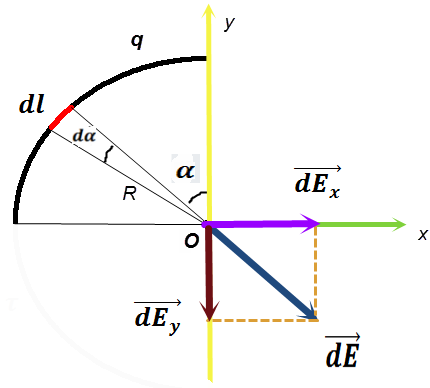
Искомая напряжённость в точке О

Потенциал электрического поля со стороны красного элемента

Тогда искомый потенциал



Решение.



Линейная плотность заряда

Где длина четверти окружности, так что

Выделим элемент четверти кольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента в точке О

где

Проекции на оси координат:

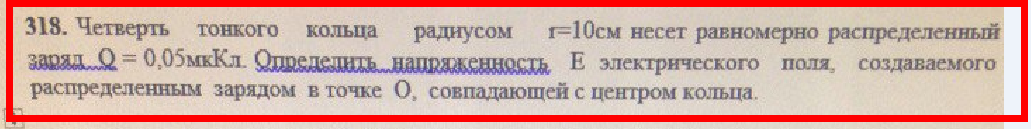
Так у нас четверть кольца, то

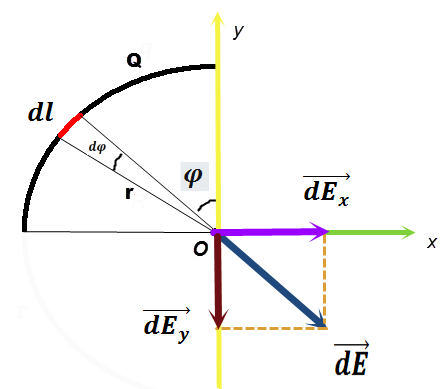
Тогда

Искомая напряжённость в точке О

Потенциал электрического поля со стороны красного элемента

Тогда искомый потенциал





Решение. Линейная плотность заряда

Где длина четверти окружности, так что

Выделим элемент четверти кольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента в точке О

где

Проекции на оси координат:

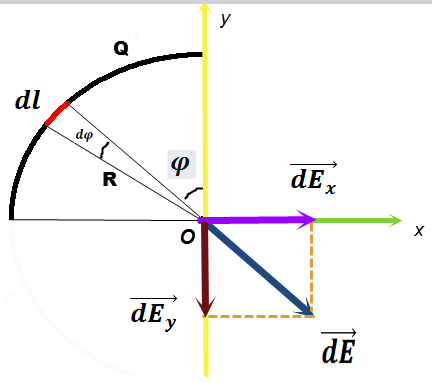
Так у нас четверть кольца, то

Тогда

Искомая напряжённость в точке О

**19. По тонкой нити, изогнутой по дуге окружности радиуса R =10 см, равномерно распределен заряд Q=20\*10-9Кл. Определить напряженность электрического поля в точке, совпадающей с центром кривизны дуги, если длина нити равна четверги длины окружности.**

Решение.



Линейная плотность заряда

Где длина четверти окружности, так что

Выделим элемент четверти кольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента в точке О

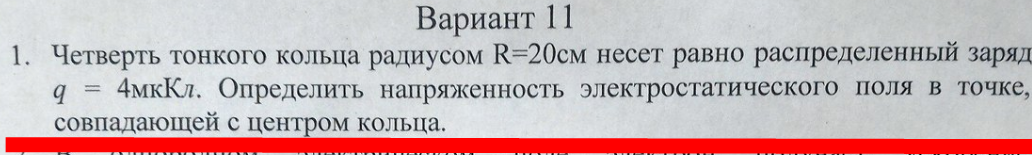
где

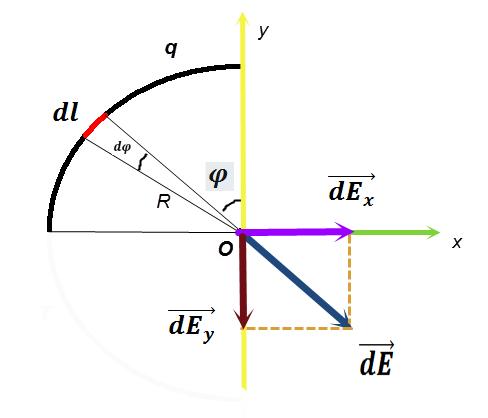
Проекции на оси координат:

Так у нас четверть кольца, то

Тогда

Искомая напряжённость в точке О





Решение. Линейная плотность заряда

Выделим элемент четверти кольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента в точке О

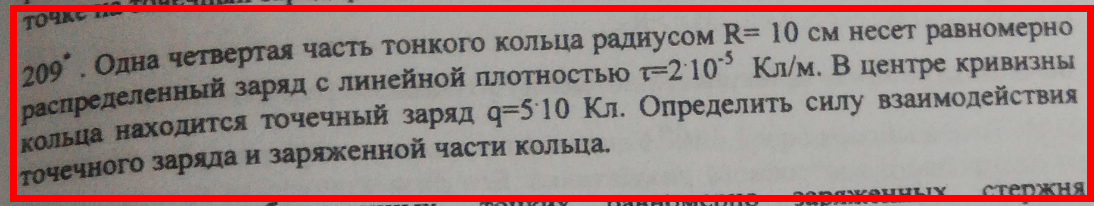
где

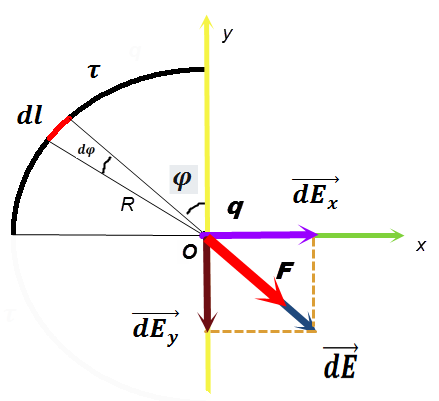
Проекции на оси координат:

Так у нас четверть кольца, то

Тогда

Искомая напряжённость в точке О





Решение. Выделим элемент четверти кольца (на рисунке он выделен красным). Заряд этого элемента равен . Напряжённость электрического поля со стороны этого элемента в точке О

где

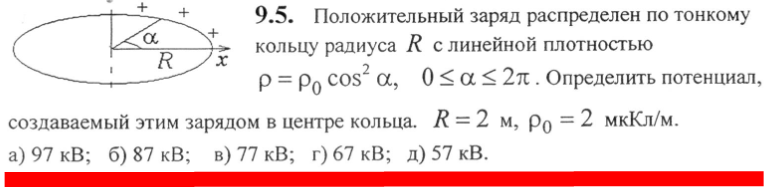
Проекции на оси координат:

Так у нас четверть кольца, то

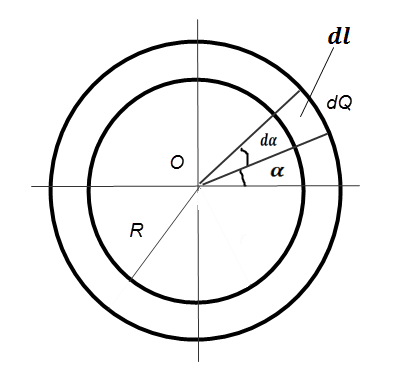
Тогда

Напряжённость в точке О

Сила, действующая на заряд со стороны четверти кольца:



Решение.



Выделим элемент кольца. Его заряд равен произведению плотности распределения заряда на длину элемента кольца, т.е.

В данном случае 0

Потенциал точечного заряда в той или иной точке

Где расстояние от заряда до этой точки, в данном случае до точки О.

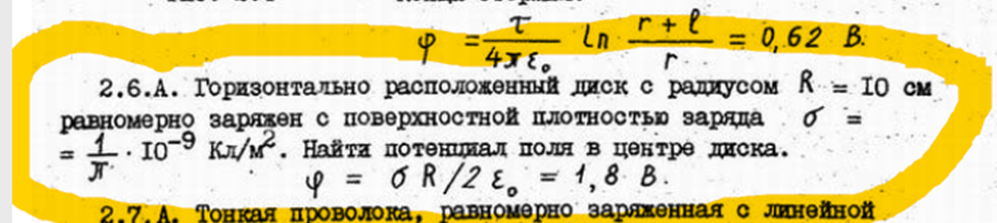
В данном случае

При бесконечно малом можно считать, что выделенный элемент кольца является точечным зарядом.

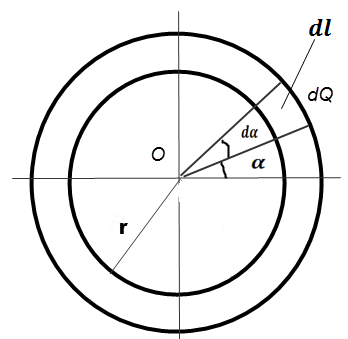
Тогда потенциал этого точечного заряда в точке О

Тогда искомый потенциал в центре кольца

Ответ:



Решение. Для начала разобьём диск на бесконечно малые концентрические кольца и выведем формулу потенциала в центре кольца.



Выделим элемент кольца. Его заряд равен произведению плотности распределения заряда на длину элемента кольца, т.е.

В данном случае 0

Потенциал точечного заряда в той или иной точке

Где расстояние от заряда до этой точки, в данном случае до точки О.

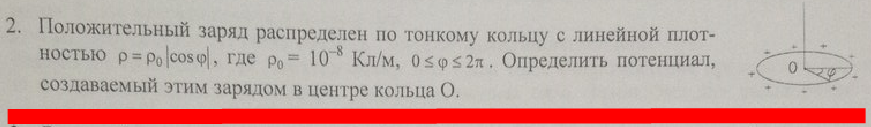
При бесконечно малом можно считать, что выделенный элемент кольца является точечным зарядом.

Тогда потенциал этого точечного заряда в точке О

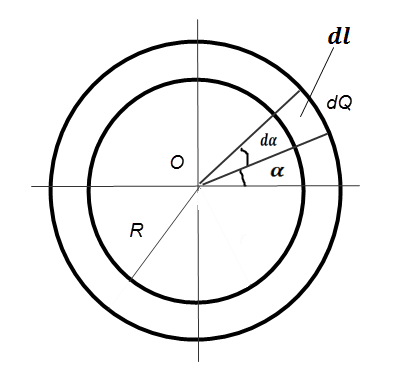
Тогда потенциал в центре кольца

Для диска

Тогда потенциал в центре диска



Решение.



Выделим элемент кольца. Его заряд равен произведению плотности распределения заряда на длину элемента кольца, т.е.

В данном случае 0

Потенциал точечного заряда в той или иной точке

Где расстояние от заряда до этой точки, в данном случае до точки О.

В данном случае

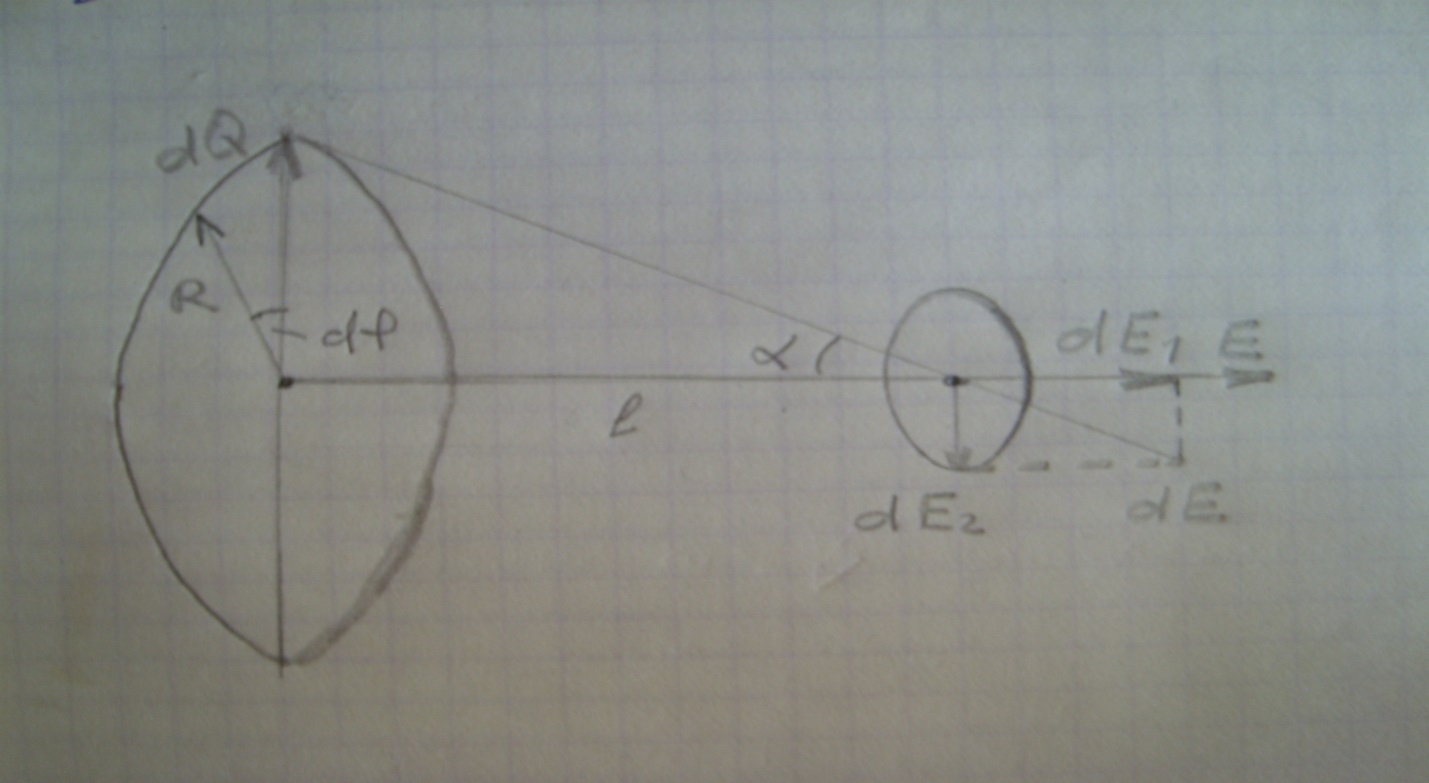
При бесконечно малом можно считать, что выделенный элемент кольца является точечным зарядом.

Тогда потенциал этого точечного заряда в точке О

Тогда искомый потенциал в центре кольца

Ответ:

**3. Проволочному кольцу радиусом 5 см сообщили заряд 314 мкКл. Определить максимальное значение напряженности поля.**

****

Решение.

Максимальное значение напряжённости будем искать на оси кольца. Заряд всего кольца равен

Напряжённость от заряда

,

где

Из рисунка видно, что проекциии ,

где

Ввиду симметрии задачи сумма всех проекций . Остальные проекции

Тогда ( )

Чтобы найти айдём производную и приравняем её к нулю:

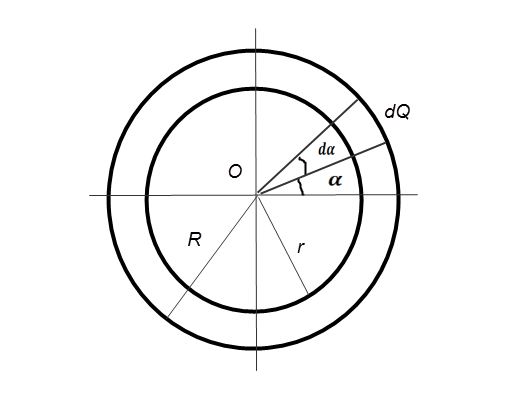
Очевидно, производная может быть равна нулю, если равен нулю знаменатель этой дроби, т.е.

или , отсюда причём очевидно, что при переходе через эту точку производная меняет знак с плюса на минус, т.е. это точка максимума.

Максимум напряжённости на оси кольца находится на расстоянии от его центра, чтобы его найти в формуле (\*) вместо подставим

Ответ:

На кольце – шайбы с внутренним радиусом 8 см и внешним радиусом 10 см равномерно распределен заряд 10 нКл. Найти потенциал в центре кольца.



Решение. Площадь кольца . Плотность распределения заряда по кольцу

Выделим элемент кольца. Его заряд равен произведению плотности распределения заряда на площадь элемента кольца

В данном случае 0

Потенциал точечного заряда в той или иной точке

Где расстояние от заряда до этой точки, в данном случае до точки О.

В данном случае

При бесконечно малом можно считать, выделенный элемент кольца отрезком длиной Линейная плотность заряда на этом отрезке равна

А при бесконечно малом можно считать, что точечный заряд равен

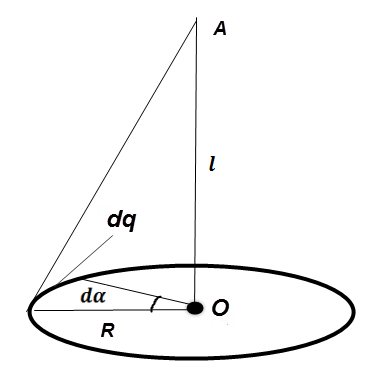
Тогда потенциал этого точечного заряда в точке О

Тогда искомый потенциал в центре кольца

Ответ:

**7.2. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом 10 см. Он равномерно заряжен с линейной плотностью заряда 30 пКл/м. Определить потенциал в точке, расположенной на оси кольца на расстоянии 10 см от его центра.**

Решение.



Выделим элемент кольца. Заряд этого элемента

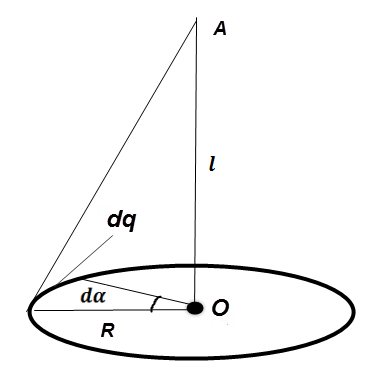
Потенциал в точке А от элемента кольца

где

Потенциал в точке А от всего кольца

Тонкое кольцо радиуса R=30 см однородно заряжено с линейной плотностью τ=20 мкКл/м. Найти потенциал электрического поля в точке, расположенной на оси кольца и удаленной от его центра на расстояние 40 см. Определить поток вектора напряженности через поверхность сферы, охватывающей кольцо.

Решение.



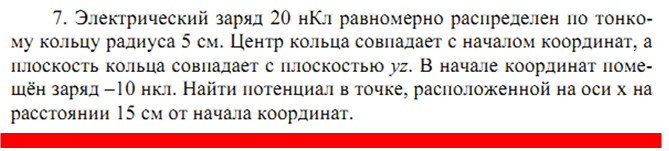
Выделим элемент кольца. Заряд этого элемента

Потенциал в точке А от элемента кольца

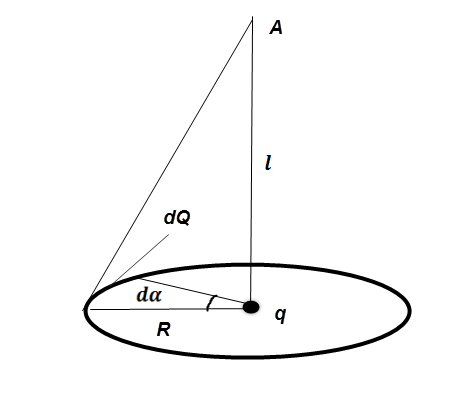
где

Потенциал в точке А от всего кольца

По теореме Остроградского-Гаусса поток напряжённости электрического поля E через замкнутую поверхность с величиной заряда q внутри этой поверхности равен



Решение.



Выделим элемент кольца. Заряд этого элемента

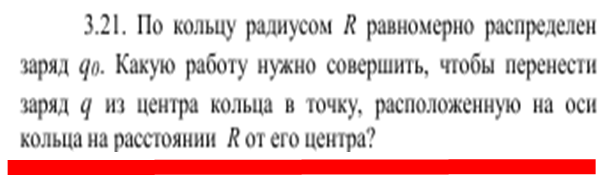
Потенциал в точке А от элемента кольца

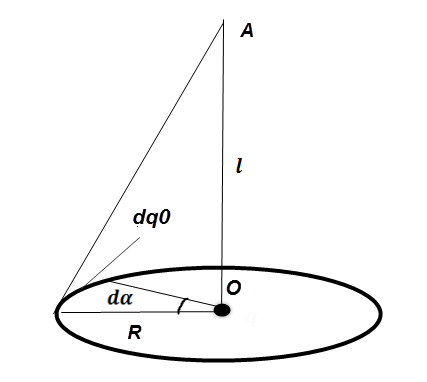
где

Потенциал в точке А от заряда в центре кольца

По принципу суперпозиции искомый потенциал в точке А

Ответ:





Решение. Выделим элемент кольца. Заряд этого элемента

Потенциал в точке А от элемента кольца

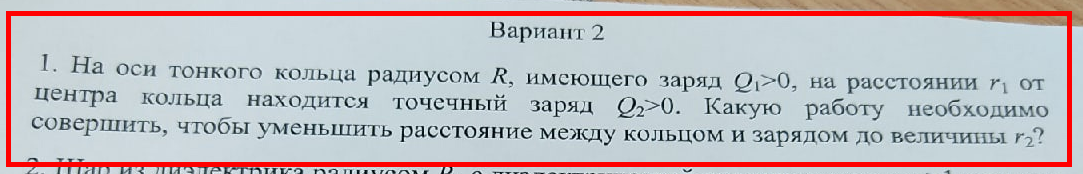
где

расстояние от элемента кольца до точки А по теореме Пифагора

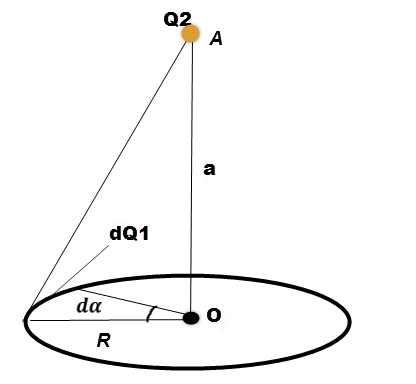
При получаем формулу для потенциала в центре кольца

При

Искомая работа по переносу заряда q из точки О в точку А



Решение. Найдём потенциал в точке А



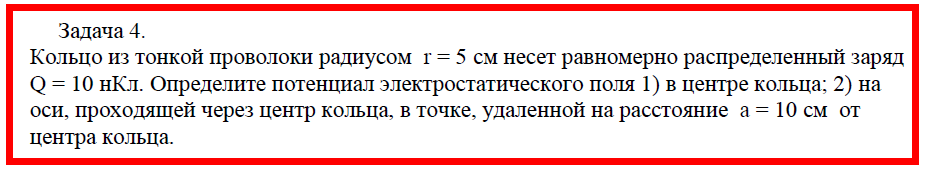
Выделим элемент кольца. Заряд этого элемента

Потенциал в точке А от элемента кольца

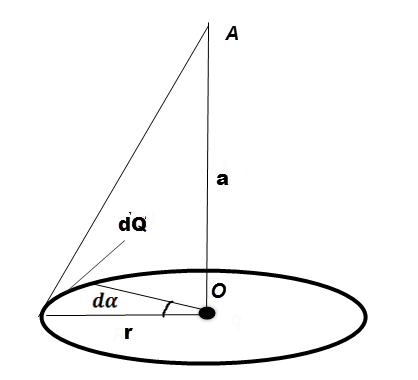
где

Работа по переносу заряда равна произведению заряда на разность потенциалов между точками 1 и 2

Знак минус означает, что это работа против сил поля, кольцо и заряд заряжены одноимённо, т.е. отталкивают друг друга.



Решение.



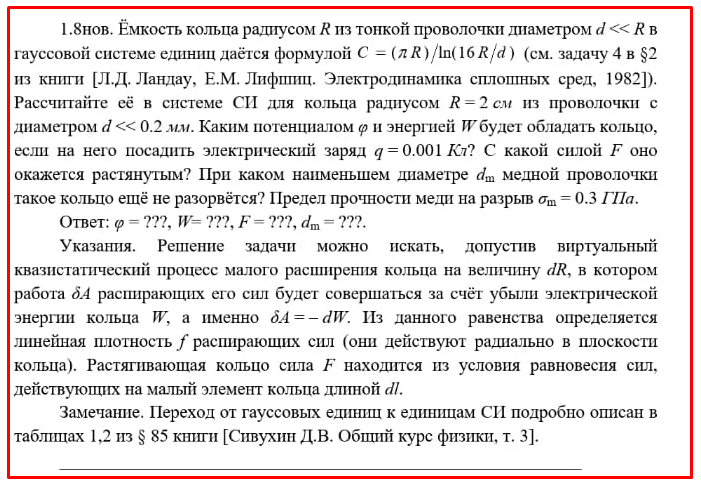
Выделим элемент кольца. Заряд этого элемента

Потенциал в точке А от элемента кольца

где

расстояние от элемента кольца до точки А по теореме Пифагора

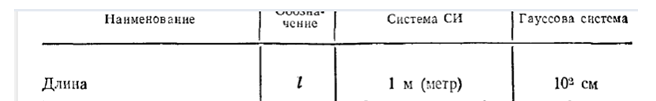
При получаем формулу для потенциала в центре кольца



Решение. В формуле

Размерность - это метр.

В таблице



Так что коэффициент пересчёта в СИ

Потенциал кольца

Энергия заряженного кольца

Найдём производную

Длина кольца равна

Производная

Если радиус увеличится на , то длина кольца увеличится на

Элементарная работа растяжения при растяжении кольца на длину

По условию задачи

Сила растяжения

Предел прочности по определению

Где площадь поперечного сечения проволоки