

№ вар.	№ задач								
1	2.1	2.7	2.14	2.20	2.23	2.30	2.32	2.37	2.44
2	2.2	2.8	2.15	2.19	2.24	2.29	2.31	2.36	2.41
3	2.3	2.9	2.11	2.18	2.25	2.28	2.35	2.40	2.43
4	2.4	2.10	2.12	2.17	2.22	2.27	2.34	2.38	2.42
5	2.5	2.6	2.13	2.16	2.21	2.26	2.33	2.39	2.45
6	2.1	2.8	2.13	2.17	2.25	2.26	2.31	2.40	2.42
7	2.2	2.7	2.12	2.18	2.24	2.27	2.32	2.39	2.45
8	2.3	2.6	2.11	2.19	2.23	2.28	2.33	2.36	2.44
9	2.4	2.9	2.15	2.20	2.22	2.29	2.34	2.37	2.43
0	2.5	2.10	2.14	2.16	2.21	2.30	2.35	2.38	2.41

2.1. Электрический диполь образован зарядами $q_1 = 10^{-9}$ Кл и $q_2 = -10^{-9}$ Кл, расположенными на расстоянии 2 см в воздухе.

Определить напряженность и потенциал поля в точках на оси диполя, на расстоянии 5 см и 30 см от его центра.

2.2. Электрический диполь образован зарядами $q_1 = 10^{-9}$ Кл и $q_2 = -10^{-9}$ Кл, расположенными на расстоянии 2 см в воздухе.

Определить напряженность и потенциал поля в точках на перпендикуляре, восстановленном из середины диполя, на расстоянии 2 см и 30 см от диполя.

2.3. Два точечных заряда 10^{-9} Кл и $2 \cdot 10^{-9}$ Кл расположены на расстоянии 40 см друг от друга.

На каком расстоянии от первого заряда находится точка, в которой напряженность поля равна нулю? Какой потенциал в этой точке?

2.4. Два точечных заряда -10^{-9} Кл и $2 \cdot 10^{-9}$ Кл находятся на расстоянии 30 см друг от друга.

На каком расстоянии от первого заряда на прямой, проходящей через заряды, находится точка, в которой потенциал равен нулю? Какова напряженность поля в этой точке?

2.5. Три точечных заряда расположены в вершинах квадрата со стороной 10 см в вакууме: $q_1 = q_3 = 10^{-9}$ Кл; $q_2 = -10^{-9}$ Кл.

Определить напряженность поля и потенциал в четвертой вершине квадрата.

2.6. Бесконечная равномерно заряженная нить и шар расположены, как показано на рис. 8. Заряд шара 10^{-9} Кл; линейная плотность заряда на нити $5 \cdot 10^{-10}$ Кл/см; $a = 10$ см. Окружающая среда — воздух. Определить: напряженность поля в

точках A и B ; работу перемещения заряда 10^{-8} Кл из точки A в точку B . Считать, что расположение зарядов не нарушено взаимодействием.

2.7. Бесконечная плоскость, заряженная с поверхностной плотностью 10^{-11} Кл/см², и шар, заряд которого 10^{-8} Кл, расположены, как показано на рис. 9; $a = 20$ см. Окружающая среда — воздух.

Определить: напряженность поля в точках A и B ; работу перемещения заряда 10^{-7} Кл из точки A в точку B . Считать, что распределение зарядов не нарушено взаимодействием.

2.8. Бесконечно большая плоскость и длинная нить расположены, как показано на рис. 10; $a = 12$ см; $\sigma = 10^{-10}$ Кл/см², $\lambda = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл/см.

Определить: силу, действующую на заряд $q = 10^{-8}$ Кл в точках A и B ; работу перемещения заряда 10^{-8} Кл из точки A в точку B . Считать, что распределение зарядов не нарушено взаимодействием.

2.9. Два бесконечных равномерно заряженных цилиндра расположены, как показано на рис. 8 (ось правого цилиндра перпендикулярна плоскости чертежа). Линейная плотность заряда правого цилиндра равна 10^{-7} Кл/см, линейная плотность заряда левого цилиндра 10^{-7} Кл/см; $a = 10$ см. Окружающая среда — воздух.

Определить: напряженность поля в точках A и B ; работу перемещения заряда 10^{-8} Кл из точки A в точку B . Считать, что распределение зарядов не нарушено взаимодействием.

2.10. Бесконечно большая равномерно заряженная плоскость и параллельная ей длинная нить расположены, как показано на рис. 11 (перпендикулярно плоскости чертежа); $a = 20$ см; поверхностная плотность заряда плоскости 10^{-8} Кл/м²; линейная плотность заряда нити 10^{-6} Кл/м.

Определить: напряженность поля в точках A и B ; работу перемещения заряда 10^{-7} Кл из точки A в точку B . Считать, что распределение зарядов не нарушено взаимодействием.

2.11. Потенциал электростатического поля задан выражением

$$\varphi(x, y, z) = \frac{10}{\sqrt{(x-a)^2 + (y-b)^2 + (z-c)^2}}, \quad (B)$$

где $a = b = c = 0,1$ м.

Определить напряженность электростатического поля в точке с координатами $x = 0,2$ м, $y = -0,2$ м, $z = 0,1$ м.

2.12. Потенциал электростатического поля задан выражением

$$\varphi(x, y, z) = -100x + 200 \ln \frac{(y-a)^2 + (z-b)^2}{a^2 + b^2}, \quad (B)$$

где $a = 0,1$ м, $b = 0,2$ м.

Определить напряженность электростатического поля в точке с координатами $x = y = 0,2$ м, $z = 0,1$ м.

2.13. Потенциал электростатического поля задан выражением

$$\varphi(x, y, z) = -20 \ln \frac{b^2 + c^2}{(x+b)^2 + (y-c)^2} + 50z, \quad (B)$$

где $b = c = 0,1$ м.

Определить напряженность электростатического поля в точке с координатами $x = y = 0,2$ м, $z = 0,1$ м.

2.14. Потенциал электростатического поля задан выражением

$$\varphi(x, y, z) = 50 \ln \left[\left(\frac{x}{a} - 1 \right)^2 + \left(\frac{z}{a} + 2 \right)^2 \right] - 40y, \quad (B)$$

где $a = 0,1$ м.

Определить напряженность электростатического поля в точке с координатами $x = y = z = 0,2$ м.

2.15. Потенциал электростатического поля задан выражением

$$\varphi(x, y, z) = 20 \left[\left(\frac{x}{a} + 1 \right)^2 + \left(\frac{y}{b} - 1 \right)^2 + \left(\frac{z}{c} \right)^2 \right]^{-1/2}, \quad (B)$$

где $a = 0,2$ м; $b = 0,1$ м; $c = 0,3$ м.

Определить напряженность электростатического поля в точке с координатами $x = y = z = 0,2$ м.

2.16. Поток электронов, получивших свою скорость под действием напряжения 5000 В, влетает в середину между пластинами плоского конденсатора параллельно пластинам. Длина пластины 10 см, расстояние между пластинами 1 см.

Какое наименьшее напряжение нужно приложить к конденсатору, чтобы электроны не вылетали из него? ($\epsilon = 1$).

2.17. Поток электронов, имеющих энергию 200 эВ, влетает в поле плоского воздушного конденсатора. Скорость электрона перпендикулярна силовым линиям поля. Плотность заряда на обкладках конденсатора $5 \cdot 10^{-11}$ Кл/см².

Определить: смещение электронов вдоль поля за 10^{-8} с движения в поле; скорость электронов через 10^{-8} с движения в поле.

2.18. Электрон движется по направлению силовых линий однородного электрического поля напряженностью 1,2 В/см.

Какое расстояние он пролетит в вакууме до полной потери скорости, если его начальная скорость 10^3 км/с? Сколько времени будет длиться этот полет?

2.19. Поток электронов движется к заряженному шару радиусом 1 см в радиальном направлении.

Какую линейную скорость должен иметь электрон на расстоянии 1 м от центра шара, чтобы достичь его поверхности,

если поверхностная плотность заряда на шаре равна 10^{-10} Кл/м²? Определить ускорение электронов на расстоянии 0,5 м от центра шара.

2.20. Электрон движется в радиальном направлении к заряженному цилиндру радиусом 1 см.

Какую минимальную скорость должны иметь электроны на расстоянии 1 м от оси цилиндра, чтобы достичь его поверхности, если линейная плотность заряда равна 10^{-10} Кл/м? Определить ускорение электрона на расстоянии 0,5 м от оси цилиндра.

2.21. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов 300 В и отключен от источника. Расстояние между пластинами 0,5 см, площадь пластин 400 см². Пластины раздвигаются до расстояния 2,5 см.

Определить: объемную плотность энергии поля конденсатора до и после раздвижения пластин; работу раздвижения пластин.

2.22. Пластины плоского конденсатора имеют площадь 100 см². Расстояние между пластинами 0,5 мм. Диэлектрик — стекло ($\epsilon = 7$). Поверхностная плотность заряда на обкладках 10^{-10} Кл/см² постоянна.

Определить: работу, необходимую для удаления диэлектрика из конденсатора; объемную плотность энергии поля до и после удаления диэлектрика.

2.23. Сферический конденсатор состоит из двух концентрических обкладок радиусами 10 см и 14 см, пространство между которыми заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью равной 6. Конденсатор заряжен до напряжения 100 В.

Определить энергию, заключенную между сферическими поверхностями радиусами 11 см и 13 см.

2.24. Цилиндрический конденсатор состоит из двух коаксиальных обкладок высотой 10 см и радиусами 2 см и 5 см, пространство между которыми заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью равной 7. Конденсатор заряжен до напряжения 200 В.

Определить энергию, заключенную между цилиндрическими поверхностями коаксиальными с осью конденсатора высотой 10 см и радиусами 3 см и 4 см.

2.25. Плоский конденсатор заряжен до разности потенциалов 300 В и отключен от источника. Расстояние между пластинами 5 мм, их площадь 300 см².

Определить заряд и энергию конденсатора, если при извлечении диэлектрика из конденсатора его энергия увеличивается в 8 раз.

2.26. Между обкладками сферического конденсатора (рис. 12) есть два слоя диэлектрика: парафин ($\epsilon_1 = 2$) и масло

($\epsilon_2 = 5$). Заряд конденсатора 10^{-7} Кл. $R_1 = 3$ см, $R_2 = 5$ см, $R_3 = 7$ см.

Определить напряженность поля и электрическое смещение (индукцию) в точках на расстоянии $r_1 = 4$ см и $r_2 = 6$ см от центра обкладок.

2.27. Между обкладками цилиндрического конденсатора (рис. 12) находятся два слоя диэлектрика: стекло ($\epsilon_1 = 7$) и масло ($\epsilon_2 = 5$). Заряд конденсатора 10^{-8} Кл, длина $0,1$ м $R_1 = 5$ см, $R_2 = 7$ см, $R_3 = 9$ см.

Определить напряженность и электрическое смещение (индукцию) в точках на расстоянии $r_1 = 6$ см, $r_2 = 8$ см от оси конденсатора.

2.28. Плоский конденсатор заполнен двумя слоями диэлектрика: парафином ($\epsilon_1 = 2$) и стеклом ($\epsilon_2 = 7$). Расстояние между пластинами конденсатора 6 см, разность потенциалов 500 В. Толщина слоев диэлектриков одинакова.

Определить напряженность поля и электрическое смещение (индукцию) в каждом слое.

2.29. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено диэлектриком с диэлектрической проницаемостью, равной 4 . Расстояние между пластинами конденсатора 5 мм, разность потенциалов 4 кВ, площадь пластин 200 см².

Определить: поверхностную плотность заряда на пластинах и на диэлектрике; работу поляризации диэлектрика.

2.30. Пространство между пластинами плоского конденсатора площадью 100 см² заполнено стеклом ($\epsilon = 7$). Расстояние между пластинами 1 см.

Какую разность потенциалов нужно подать на пластины этого конденсатора, чтобы поверхностная плотность связанных (поляризационных) зарядов на поверхности стекла была равна $6 \cdot 10^{-10}$ Кл/см²?

Определить работу поляризации диэлектрика.

2.31. По проводнику сопротивлением $R = 3$ Ом течет равномерно возрастающий ток. Количество тепла, выделившееся в проводнике за время $t = 3$ с, равно $Q = 108$ Дж.

Определить: заряд, прошедший за это время через сечение проводника, считая, что в начальный момент времени ток в проводнике был равен нулю; скорость упорядоченного движения электронов в момент времени $t = 3$ с. Сечение проводника $s = 8$ мм², концентрация электронов $n = 2,5 \cdot 10^{22}$ см⁻³.

2.32. Скорость упорядоченного движения электронов в проводнике возрастает со временем по закону $v(t) = 2 \cdot 10^{-4} t$ (м/с). Удельное сопротивление проводника $\rho = 10^{-4}$ Ом·см. Концентрация электронов в проводнике $n = 2,5 \cdot 10^{22}$ см⁻³. Площадь поперечного сечения проводника $s = 4$ мм².

Определить: напряженность электрического поля в провод-

нике в момент времени $t = 2$ с; заряд, прошедший через сечение проводника за время от $t_1 = 2$ с до $t_2 = 4$ с.

2.33. Напряженность электрического поля в проводнике меняется во времени по закону $E(t) = 3 \cdot 10^{-2} t^2$ (В/м). Удельное сопротивление проводника $\rho = 10^{-4}$ Ом·см. Площадь поперечного сечения $s = 9$ мм².

Определить: силу тока в проводнике в момент времени $t = 2$ с; заряд, прошедший через сечение проводника за промежуток времени от $t_1 = 2$ с до $t_2 = 4$ с.

2.34. Разность потенциалов на концах проводника длиной $l = 3$ м меняется во времени по закону $U(t) = 6 \cdot 10^{-2} t^2$ (В). Удельное сопротивление проводника $\rho = 10^{-4}$ Ом·см. Площадь поперечного сечения $s = 9$ мм².

Определить: плотность тока в проводнике в момент времени $t = 2$ с; количество тепла, выделившееся в проводнике при протекании тока за промежуток времени от $t_1 = 1$ с до $t_2 = 2$ с.

2.35. Ток в проводнике изменяется по закону $I(t) = 0,2t$ (А). За промежуток времени от $t_1 = 0$ до $t_2 = 2$ с в проводнике выделилось количество тепла $Q = 400$ Дж.

Определить: сопротивление проводника; напряженность электрического поля в момент времени $t = 3$ с. Длина проводника $l = 2$ м.

2.36. В 1 м³ некоторого проводника ($\rho = 10^{-4}$ Ом·см) длиной 2 м за 2 с выделяется количество тепла $Q = 8 \cdot 10^6$ Дж.

Определить: напряжение на концах проводника; скорость упорядоченного движения и подвижность электронов в проводнике, считая концентрацию электронов $n = 10^{22}$ см⁻³.

2.37. К источнику с внутренним сопротивлением $r = 0,1$ Ом подсоединена катушка из нихромового провода ($\rho = 10^{-4}$ Ом·см). Сечение провода $s = 1$ мм². Длина провода $l = 10$ м. Удельная мощность (количество тепла, выделяемое в 1 м³ за 1 с) $w = 10^6$ Вт/м.

Определить: ЭДС источника; подвижность электронов в проводе, считая концентрацию электронов $n = 10^{22}$ см⁻³.

2.38. К источнику с ЭДС 8 В и внутренним сопротивлением 2 Ом присоединена катушка из нихромового провода ($\rho = 10^{-4}$ Ом·см). Длина провода 20 м. Сечение провода 1 мм².

Определить: скорость упорядоченного движения электронов в проводе, считая концентрацию $n = 10^{22}$ см⁻³; КПД электрической цепи.

2.39. В 1 см³ провода ($\rho = 10^{-4}$ Ом·см) за 2 мин выделяется количество тепла $Q = 480$ Дж.

Определить: напряженность электрического поля в проводе; скорость упорядоченного движения электронов, считая концентрацию электронов $n = 10^{22}$ см⁻³; подвижность электронов в проводе.

2.40. ЭДС источника $E' = 10$ В. К источнику присоединена катушка из никелинового провода ($\rho = 4 \cdot 10^{-6}$ Ом·см) длиной 10 м. КПД такой цепи $\eta = 80\%$.

Определить: скорость упорядоченного движения электронов, считая концентрацию электронов в проводе $n = 2,5 \cdot 10^{22}$ см⁻³; количество тепла, которое выделяется в 1 см³ провода за 1 мин.

2.41. Воздух, заключенный между двумя пластинами площадью 300 см², находящимися на расстоянии 2 см друг от друга, ионизируется рентгеновскими лучами. Интенсивность ионизации $3 \cdot 10^7$ см⁻³·с⁻¹. Коэффициент рекомбинации $1,6 \cdot 10^{-6}$ см³·с⁻¹.

Определить ток, который идет между пластинами при напряжении 1,50 В, значительно меньшем, чем напряжение, дающее ток насыщения. Ионы одновалентны. Подвижности ионов: $\mu_+ = 1,37$ см²/В·с; $\mu_- = 1,91$ см²/В·с.

2.42. В камере размером $10 \times 10 \times 10$ см³ газ ионизируется так, что в условиях равновесия в каждом см³ находится 10^8 пар ионов. Ионы одновалентны. Подвижность ионов $\mu_+ = 1,2$ см²/В·с; $\mu_- = 1,4$ см²/В·с.

Определить сопротивление газа в камере, считая электрическое поле слабым.

2.43. В воздухе, находящемся между пластинами плоского конденсатора, в каждую секунду создается 100 пар ионов в 1 см³.

Определить при динамическом равновесии сопротивление слоя воздуха, заключенного между пластинами, в слабом электрическом поле. Площадь пластин 200 см², расстояние между ними 1 см. Подвижность ионов воздуха $\mu_+ = 1,9$ см²/В·с; $\mu_- = 1,37$ см²/В·с. Ионы одновалентны. Коэффициент рекомбинации $1,6 \cdot 10^{-6}$ см³·с⁻¹.

2.44. Концентрация ионов, обуславливающих проводимость атмосферного воздуха, в среднем равна 700 см⁻³. Средняя величина напряженности земного электрического поля равна 130 В/м. Ионы одновалентны. Вычислить плотность тока проводимости в атмосфере. Подвижность ионов: $\mu_+ = 1,37$ см²/В·с; $\mu_- = 1,91$ см²/В·с.

2.45. Газ облучается рентгеновскими лучами. Ежесекундно в 1 см³ образуется $7 \cdot 10^8$ пар ионов, коэффициент рекомбинации $1,5 \cdot 10^{-2}$ см³/с. Между плоскими электродами площадью 100 см² идет ток 10^{-8} А. Расстояние между электродами 5 см. Ионы одновалентны. Сколько пар ионов находится в 1 см³ при равновесии? Сколько пар ионов будет в 1 см³ через 0,1 с после выключения ионизатора и напряжения между электродами?

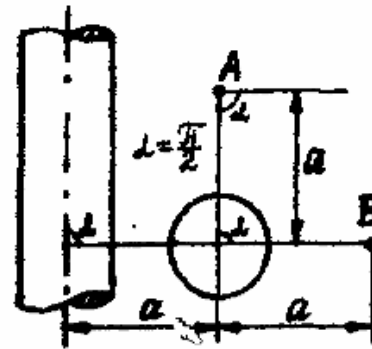


Рис. 8

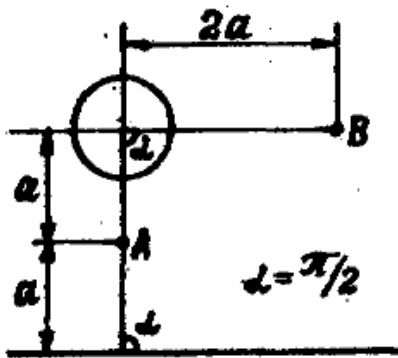


Рис. 9

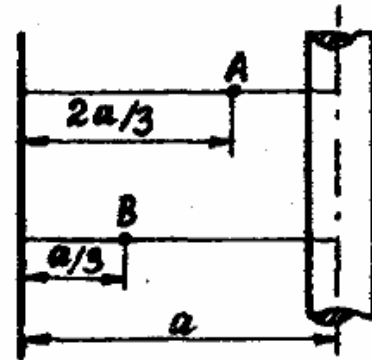


Рис. 10

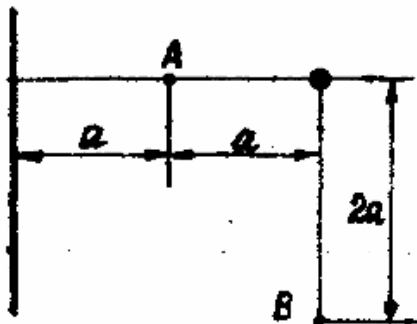


Рис. 11

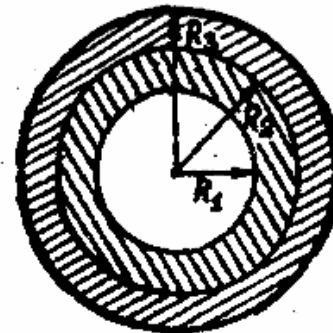


Рис. 12