

Таблица вариантов модуля 4

№ вар	Номера задач										
1	4.1	4.41	4.75	4.114	4.140	4.235	4.307	4.365	4.454	4.504	4.593
2	4.2	4.42	4.76	4.115	4.141	236	4.308	4.366	4.455	4.505	4.594
3	4.3	4.43	4.77	4.116	4.142	237	4.309	4.367	4.456	4.506	4.595
4	4.4	4.44	4.78	4.117	4.143	238	4.310	4.368	4.457	4.507	4.596
5	4.5	4.45	4.79	4.118	4.144	239	4.311	4.369	4.458	4.508	4.597
6	4.6	4.46	4.80	4.119	4.145	240	4.312	4.370	4.459	4.509	4.598
7	4.7	4.47	4.81	4.120	4.146	241	4.313	4.371	4.460	4.510	4.599
8	4.8	4.48	4.82	4.121	4.147	242	4.314	4.372	4.461	4.511	4.600
9	4.9	4.49	4.83	4.122	4.148	243	4.315	4.	4.462	4.512	4.601
10	4.10	4.50	4.84	4.123	4.149	244	4.316	4.374	4.463	4.513	4.602
11	4.11	4.51	4.85	4.124	4.150	245	4.317	4.375	4.464	4.514	4.603
12	4.12	4.52	4.86	4.125	4.151	246	4.318	4.376	4.465	4.515	4.604
13	4.13	4.53	4.87	4.126	4.152	247	4.319	4.377	4.466	4.516	4.605
14	4.14	4.54	4.88	4.127	4.153	248	4.320	4.378	4.467	4.517	4.606
15	4.15	4.55	4.89	4.128	4.154	249	4.321	4.379	4.468	4.518	4.607
16	4.16	4.56	4.90	4.129	4.155	250	4.322	4.380	4.469	4.519	4.608
17	4.17	4.57	4.91	4.130	4.156	251	4.323	4.381	4.470	4.520	4.609
18	4.18	4.58	4.92	4.131	4.157	252	4.324	4.382	4.471	4.521	4.610
19	4.19	4.59	4.93	4.132	4.158	253	4.325	4.383	4.472	4.522	4.611
20	4.20	4.60	4.94	4.133	4.159	254	4.326	4.384	4.473	4.523	4.612
21	4.21	4.61	4.95	4.134	4.160	255	4.327	4.385	4.474	4.524	4.613
22	4.22	4.62	4.96	4.135	4.161	256	4.328	4.386	4.475	4.525	4.614
23	4.23	4.63	4.97	4.136	4.162	257	4.329	4.387	4.476	4.526	4.615
24	4.24	4.64	4.98	4.137	4.163	258	4.330	4.388	4.477	4.527	4.616
25	4.25	4.65	4.99	4.138	4.164	259	4.331	4.389	4.478	4.528	4.617
26	4.26	4.66	4.100	4.139	4.165	260	4.332	4.390	4.479	4.529	4.618
27	4.27	4.67	4.101	4.114	4.166	261	4.333	4.391	4.480	4.530	4.619
28	4.28	4.68	4.102	4.115	4.167	262	4.334	4.392	4.481	4.531	4.620
29	4.29	4.69	4.103	4.116	4.168	263	4.335	4.393	4.482	4.532	4.621
30	4.30	4.70	4.104	4.117	4.169	264	4.336	4.394	4.483	4.533	4.622
31	4.31	4.71	4.105	4.118	4.170	265	4.337	4.395	4.484	4.534	4.623
32	4.32	4.72	4.106	4.119	4.171	266	4.338	4.396	4.485	4.535	4.624
33	4.33	4.73	4.107	4.120	4.172	267	4.339	4.397	4.486	4.536	4.625
34	4.34	4.74	4.108	4.121	4.173	268	4.340	4.398	4.487	4.537	4.626
35	4.35	4.41	4.109	4.122	4.174	269	4.341	4.399	4.488	4.538	4.593
36	4.36	4.42	4.110	4.123	4.175	270	4.342	4.400	4.489	4.539	4.594
37	4.37	4.43	4.111	4.124	4.176	271	4.343	4.401	4.490	4.540	4.595
38	4.38	4.44	4.112	4.125	4.177	272	4.344	4.402	4.491	4.541	4.596
39	4.39	4.45	4.113	4.126	4.178	273	4.345	4.403	4.492	4.542	4.597
40	4.40	4.46	4.75	4.127	4.179	274	4.346	4.404	4.493	4.543	4.598
41	4.1	4.47	4.76	4.128	4.180	275	4.347	4.405	4.494	4.544	4.599
42	4.2	4.48	4.77	4.129	4.181	276	4.348	4.406	4.495	4.545	4.600
43	4.3	4.49	4.78	4.130	4.182	277	4.349	4.407	4.496	4.546	4.601
44	4.4	4.50	4.79	4.131	4.183	278	4.350	4.408	4.497	4.547	4.602
45	4.5	4.51	4.80	4.132	4.184	279	4.351	4.409	4.498	4.548	4.603
46	6	4.52	4.81	4.133	4.185	280	4.352	4.410	4.499	4.549	4.604
47	7	4.53	4.82	4.134	4.186	281	4.353	4.411	4.500	4.550	4.605
48	8	4.54	4.83	4.135	4.187	282	4.354	4.412	4.501	4.551	4.606
49	9	4.55	4.84	4.136	4.188	283	4.355	4.413	4.502	4.552	4.607
50	10	4.56	4.85	4.137	4.189	284	4.356	4.414	4.503	4.553	4.608

Модуль 4

Тема 1

- 4.1. Три одинаковых заряда $Q = 1$ нКл каждый расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд Q_1 нужно поместить в центре треугольника, чтобы его притяжение уравнесило силы взаимного отталкивания зарядов? Будет ли это равновесие устойчивым?
- 4.2. Два заряда $9Q$ и $-Q$ закреплены на расстоянии 1 см друг от друга. Третий заряд Q_1 может перемещаться только вдоль прямой, проходящей через заряды. Определить положение заряда Q_1 , при котором он будет находиться в равновесии. При каком знаке заряда равновесие будет устойчивым?
- 4.3. Два одинаковых шарика каждый массой $m = 0,1$ г подвешены в одной точке на одинаковых нитях длиной $L = 20$ см. Получив одинаковый заряд, шарики разошлись так, что нити образовали между собой угол $\alpha = 60^\circ$. Найти заряд каждого шарика.
- 4.4. Два одинаковых заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол α . Шарики погружаются в масло плотностью $\rho_0 = 8 \cdot 10^2$ кг/м³. Определить диэлектрическую проницаемость ε масла, если угол расхождения нитей при погружении шариков в масло остается неизменным. Плотность материала шариков $\rho = 1,6 \cdot 10^3$ кг/м³.
- 4.5. Даны два шарика массой $m = 1$ г каждый. Какой заряд Q нужно сообщить каждому шарика, чтобы сила взаимного отталкивания зарядов уравнесила силу гравитационного притяжения шариков? Рассматривать шарики как материальные точки.
- 4.6. В элементарной теории атома водорода принимают, что электрон обращается вокруг ядра по круговой орбите. Определить скорость v электрона, если радиус орбиты $r = 53$ пм, а также частоту n вращения электрона.
- 4.7. Расстояние между двумя точечными зарядами $Q_1 = 1$ мкКл и $Q_2 = -Q_1$ равно 10 см. Определить силу F , действующую на точечный заряд $Q = 0,1$ мкКл, удаленный на $r_1 = 6$ см от первого и на $r_2 = 8$ см от второго зарядов.
- 4.8. В вершинах правильного шестиугольника со стороной $a = 10$ см расположены точечные заряды $Q, 2Q, 3Q, 4Q, 5Q, 6Q$ ($Q = 0,1$ мкКл). Найти силу F , действующую на точечный заряд Q , лежащий в плоскости шестиугольника и равноудаленный от его вершин.
- 4.9. Два одинаковых проводящих заряженных шара находятся на расстоянии $r = 60$ см друг от друга. Сила отталкивания F_1 шаров равна 70 мкН. После того как шары привели в соприкосновение и удалили друг от друга на прежнее расстояние, сила отталкивания возросла и стала равной $F_2 = 160$ мкН. Вычислить заряды Q_1 и Q_2 , которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.
- 4.10. Два одинаковых проводящих заряженных шара находятся на расстоянии $r = 30$ см друг от друга. Сила притяжения F_1 шаров равна 90 мкН. После того как шары были приведены в соприкосновение и удалены друг от друга на прежнее расстояние, они стали отталкиваться с силой $F_2 = 160$ мкН. Определить заряды Q_1 и Q_2 , которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.

4.11. Два положительных точечных заряда Q и $4Q$ закреплены на расстоянии $l = 60$ см друг от друга. Определить, в какой точке на прямой, проходящей через заряды, следует поместить третий заряд Q_1 так, чтобы он находился в равновесии. Указать, какой знак должен иметь этот заряд для того, чтобы равновесие было устойчивым, если перемещения заряда возможны только вдоль прямой, проходящей через закрепленные заряды.

4.12. Расстояние l между свободными зарядами $Q_1 = 180$ нКл и $Q_2 = 720$ нКл равно 60 см. Определить точку на прямой, проходящей через заряды, в которой нужно поместить третий заряд Q_3 так, чтобы система зарядов находилась в равновесии. Определить величину и знак заряда. Устойчивое или неустойчивое будет равновесие?

4.13. В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды $Q = 0,3$ нКл каждый. Какой отрицательный заряд Q_1 нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда?

4.14. Два точечных заряда, находясь в воздухе ($\epsilon = 1$) на расстоянии $r_1 = 20$ см друг от друга, взаимодействуют с некоторой силой. На каком расстоянии r_2 нужно поместить эти заряды в масле ($\epsilon = 1$), чтобы получить ту же силу взаимодействия?

4.15. Во сколько раз сила гравитационного притяжения между двумя протонами меньше силы их электростатического отталкивания? Заряд протона равен по модулю и противоположен по знаку заряду электрона.

4.16. Два металлических одинаково заряженных шарика массой $m = 0,2$ кг каждый находятся на некотором расстоянии друг от друга. Найти заряд q шариков, если известно, что на этом расстоянии энергия $W_{эл}$ их электростатического взаимодействия в миллион раз больше энергии $W_{гп}$ их гравитационного взаимодействия.

4.17. Во сколько раз энергия $W_{эл}$ электростатического взаимодействия двух частиц с зарядом q и массой m каждая больше энергии $W_{гп}$ их гравитационного взаимодействия? Задачу решить для протонов.

4.18. В центр квадрата, в каждой вершине которого находится заряд $q = 2,33$ нКл, помещен отрицательный заряд q_0 . Найти этот заряд, если на каждый заряд q действует результирующая сила $F = 0$.

4.19. В вершинах правильного шестиугольника расположены три положительных и три отрицательных заряда. Найти напряженность E электрического поля в центре шестиугольника, если положительные и отрицательные заряды чередуются в вершинах шестиугольника. Каждый заряд $q = 1,5$ нКл; сторона шестиугольника $a = 3$ см

4.20. Два шарика одинаковых радиуса и массы подвешены на нитях одинаковой длины так, что их поверхности соприкасаются. После сообщения шарикам заряда $q_0 = 0,4$ мкКл они оттолкнулись друг от друга и разошлись на угол $2\alpha = 60^\circ$. Найти массу m каждого шарика, если расстояние от центра шарика до точки подвеса $l = 20$ см.

4.21. Два шарика одинаковых радиуса и массы подвешены на нитях одинаковой длины так, что их поверхности соприкасаются. Какой заряд q нужно сообщить шарикам, чтобы сила натяжения нитей стала равной $T = 98$ мН? Расстояние от центра шарика до точки подвеса $l = 10$ см; масса каждого шарика $m = 5$ г.

4.22. Два заряженных шарика одинаковых радиуса и массы подвешены на нитях одинаковой длины и опущены в жидкий диэлектрик, плотность которого равна ρ и диэлектрическая проницаемость равна ε . Какова должна быть плотность ρ_0 материала шариков, чтобы углы расхождения нитей в воздухе и в диэлектрике были одинаковыми?

4.23. На рис. AA – заряженная бесконечная плоскость с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 40$ мкКл/м² и В – одноименно заряженный шарик с массой $m = 1$ г и зарядом $q = 1$ нКл. Какой угол α с плоскостью AA образует нить, на которой висит шарик?

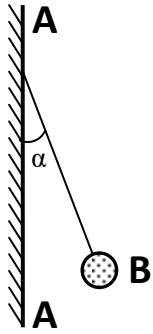


Рис. к зад. 4.23

4.24. На рисунке 1 AA – заряженная бесконечная плоскость и В — одноименно заряженный шарик с массой $m = 0,4$ мг и зарядом $q = 6$ нКл. Сила натяжения нити, на которой висит шарик, $T = 0,49$ мН. Найти поверхностную плотность заряда σ на плоскости AA.

4.25. Сила гравитационного притяжения двух водяных одинаково заряженных капель радиусами 0,1 мм уравнивается кулоновской силой отталкивания. Определить заряд капель. Плотность воды равна 1 г/см³.

4.26. В вершинах равностороннего треугольника находятся одинаковые положительные заряды $Q = 2$ нКл. Какой отрицательный заряд Q_1 необходимо поместить в центр треугольника, чтобы сила притяжения со стороны заряда Q_1 уравнивала силы отталкивания положительных зарядов?

4.27. Каждый из двух маленьких шариков положительно заряжен так, что их общий заряд $q = 5 \cdot 10^{-5}$ Кл. Как распределен заряд между шариками, если они, находясь на расстоянии $r = 2$ м друг от друга, отталкиваются с силой $F = 1$ Н?

4.28. Два одинаковых шарика, заряженные одноименными зарядами и помещенные на расстоянии 10 см друг от друга, отталкиваются с силой $12 \cdot 10^{-5}$ Н. Их приводят в соприкосновение и затем помещают вновь в прежнее положение. Шарика взаимодействуют теперь с силой $16 \cdot 10^{-5}$ Н. Определите первоначальные заряды шариков.

4.29. Два одинаковых заряженных маленьких шарика подвешены на тонких непроводящих нитях одинаковой длины. Какова должна быть плотность материала шариков, чтобы угол расхождения нитей в керосине и в воздухе был один и тот же? $\rho_k = 0,8 \cdot 10^{-5}$ кг/м³, $\varepsilon_k = 2$.

4.30. На нити подвешен шарик массой 9,8 г, которому сообщен заряд 1 мкКл. Когда к нему снизу поднесли заряженный таким же зарядом шарик, сила натяжения нити уменьшилась в 4 раза. Определите расстояние между центрами шариков.

4.31. Три заряда q_1 , q_2 , q_3 связаны друг с другом нитями одинаковой длины l (см. рис.). Найдите силы натяжения нитей T .

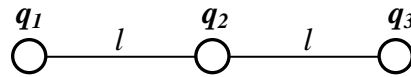


Рис. к зад. 4.31

4.32. Определить модуль и направление силы F взаимодействия положительного заряда Q и диполя, представляющего собой систему из двух зарядов q и $-q$, жестко закрепленных на расстоянии d друг от друга. Заряд Q находится в точке, расположенной на одинаковом расстоянии r от каждого из зарядов $\pm q$.

4.33. Определить силу взаимодействия F_k электрона с ядром в атоме водорода. Рассчитать скорость вращения v электрона по орбите, считая ее окружностью радиусом $r = 0,5 \cdot 10^{-10}$ м. Масса электрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{-5}$ Кл.

4.34. В вершинах квадрата со стороной a находятся одинаковые одноименные заряды, равные q . Какой заряд необходимо поместить в центре квадрата, чтобы система находилась в равновесии?

4.35. Заряженные шарики, находящиеся на расстоянии $l = 2$ м друг от друга, отталкиваются с силой $F = 1$ Н. Общий заряд шариков $Q = 5 \cdot 10^{-5}$ Кл. Как распределен этот заряд между шариками?

4.36. Два маленьких, одинаковых по размеру заряженных шарика, находящихся на расстоянии $0,2$ м, притягиваются с силой $F = 4 \cdot 10^{-3}$ Н. После того как шарики были приведены в соприкосновение и затем разведены на прежнее расстояние, они стали отталкиваться с силой $F_2 = 2,25 \cdot 10^{-3}$ Н. Определить первоначальные заряды шариков.

4.37. По первоначальным предположениям Бора, электрон в водородном атоме движется по круговой орбите. С какой скоростью v должен двигаться такой электрон, если заряд его $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, заряд ядра $e = +1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, радиус орбиты можно положить равным $r = 0,5 \cdot 10^{-10}$ м, масса электрона $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ кг.

4.38. Заряды $+Q$, $-Q$ и $+q$ расположены в углах правильного треугольника со стороной a . Каковы направление и величина силы, действующей на заряд $+q$?

4.39. Три одинаковых одноименных заряда расположены в вершинах равностороннего треугольника. Какой заряд q_1 нужно поместить в центре этого треугольника, чтобы результирующая сила, действующий на каждый заряд, была равна нулю?

4.40. В центр квадрата, в вершинах которого находится по заряду q , помещен отрицательный заряд. Какова должна быть величина этого заряда, чтобы система находилась в равновесии? Будет ли равновесие устойчивым?

Тема 2

- 4.41. Расстояние d между двумя точечными зарядами $Q_1 = +8$ нКл и $Q_2 = -5,3$ нКл равно 40 см. Вычислить напряженность E поля в точке, лежащей посередине между зарядами. Чему равна напряженность, если второй заряд будет положительным?
- 4.42. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $Q_1 = 10$ нКл и $Q_2 = -20$ нКл, находящимися на расстоянии $d = 20$ см друг от друга. Определить напряженность E поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1 = 30$ см и от второго на $r_2 = 50$ см.
- 4.43. Расстояние d между двумя точечными положительными зарядами $Q_1 = 9Q$ и $Q_2 = Q$ равно 8 см. На каком расстоянии r от первого заряда по линии, соединяющей заряды, находится точка, в которой напряженность E поля зарядов равна нулю? Где находилась бы эта точка, если бы второй заряд был отрицательным?
- 4.44. Два точечных заряда $Q_1 = 2Q$ и $Q_2 = -Q$ находятся на расстоянии d друг от друга. Найти положение точки на прямой, проходящей через эти заряды, напряженность E поля в которой равна нулю.
- 4.45. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $Q_1 = 40$ нКл и $Q_2 = -10$ нКл, находящимися на расстоянии $d = 10$ см друг от друга. Определить напряженность E поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1 = 12$ см и от второго на $r_2 = 6$ см.
- 4.46. Точечный заряд $Q = 10$ нКл, находясь в некоторой точке поля, обладает потенциальной энергией $\Pi = 10$ мкДж. Найти потенциал φ этой точки поля.
- 4.47. При перемещении заряда $Q = 20$ нКл между двумя точками поля внешними силами была совершена работа $A = 4$ мкДж. Определить работу A_1 сил поля и разность $\Delta\varphi$ потенциалов этих точек поля.
- 4.48. Определить потенциал φ электрического поля в точке, удаленной от зарядов $Q_1 = -0,2$ мкКл и $Q_2 = 0,5$ мкКл соответственно на $r_1 = 15$ см и $r_2 = 25$ см. Определить также минимальное и максимальное расстояния между зарядами, при которых возможно решение.
- 4.49. Заряды $Q_1 = 1$ мкКл и $Q_2 = -1$ мкКл находятся на расстоянии $d = 10$ см. Определить напряженность E и потенциал φ поля в точке, удаленной на расстояние $r = 10$ см от первого заряда и лежащей на линии, проходящей через первый заряд перпендикулярно направлению от Q_1 к Q_2 .
- 4.50. Точечные заряды $Q_1 = 100$ нКл и $Q_2 = 10$ нКл находятся в вершинах равностороннего треугольника со стороной $d = 10$ см. Вычислить напряженность E электрического поля в третьей вершине треугольника.
- 4.51. Найти напряженность E электрического поля в точке, лежащей посередине между точечными зарядами $q_1 = 8$ нКл и $q_2 = -6$ нКл. Расстояние между зарядами $r = 10$ см; $\varepsilon = 1$.
- 4.52. Два точечных заряда $q_1 = 7,5$ нКл и $q_2 = -14,7$ нКл расположены на расстоянии $r = 5$ см. Найти напряженность E электрического поля в точке, находящейся на расстояниях $a = 3$ см от положительного заряда и $b = 4$ см от отрицательного заряда.

4.53. Свинцовый шарик ($\rho = 11,3 \text{ г/см}^3$) диаметром 0,5 см помещен в глицерин ($\rho = 1,26 \text{ г/см}^3$). Определите заряд шарика, если в однородном электростатическом поле шарик оказался взвешенным в глицерине. Электростатическое поле направлено вертикально вверх, и его напряженность $E = 4 \text{ кВ/см}$.

4.54. Определите напряженность электростатического поля в точке А, расположенной вдоль прямой, соединяющей заряды $Q_1 = 10 \text{ нКл}$ и $Q_2 = -8 \text{ нКл}$ и находящейся на расстоянии $r = 8 \text{ см}$ от отрицательного заряда. Расстояние между зарядами $l = 20 \text{ см}$.

4.55. Два точечных заряда $Q_1 = 4 \text{ нКл}$ и $Q_2 = -2 \text{ нКл}$ находятся друг от друга на расстоянии 60 см. Определите напряженность E поля в точке, лежащей посередине между зарядами. Чему равна напряженность, если второй заряд положительный?

4.56. Определите напряженность поля, создаваемого диполем с электрическим моментом $p = 10^{-9} \text{ Кл}\cdot\text{м}$ на расстоянии $r = 25$ от центра диполя в направлении, перпендикулярном оси диполя.

4.57. Расстояние l между зарядами $Q = \pm 2 \text{ нКл}$ равно 20 см. Определите напряженность поля, созданного этими зарядами в точке, находящейся на расстоянии $r_1 = 15 \text{ см}$ от первого и $r_2 = 10 \text{ см}$ от второго заряда.

4.58. В вершинах квадрата со стороной 5 см находятся одинаковые положительные заряды $Q = 2 \text{ нКл}$. Определите напряженность электростатического поля в центре квадрата.

4.59. В вершинах квадрата со стороной 10 см находятся одинаковые положительные заряды $Q = 1 \text{ нКл}$. Определите напряженность электростатического поля в середине одной из сторон квадрата.

4.60. В трех вершинах квадрата со стороной a находятся одинаковые положительные заряды q . Найти напряженность электрического поля E в четвертой вершине.

4.61. В вершинах квадрата со стороной a находятся заряды: $q_1 = q$, $q_2 = -q$, $q_3 = 2q$, $q_4 = -2q$. Найти напряженность электрического поля E в точке, совпадающей с центром квадрата.

4.62. В вершинах равностороннего треугольника со стороной a находятся заряды $q_1 = q$, $q_2 = -2q$, $q_3 = -2q$. Найти напряженность электрического поля E в точке, находящейся в центре вписанной в треугольник окружности.

4.63. В однородном электрическом поле с вектором напряженности E , направленный вертикально вниз, равномерно вращается шарик массой m с положительным зарядом q , подвешенный на нити длиной l . Угол отклонения нити от вертикали равен α . Найти силу натяжения нити N и кинетическую энергию W_k шарика.

4.64. Сосуд с маслом, диэлектрическая проницаемость которого $\varepsilon = 5$, помещен в вертикальное однородное электрическое поле. В масле находится во взвешенном состоянии алюминиевый шарик диаметром $d = 3 \text{ мм}$, имеющий заряд $q = 10^{-7} \text{ Кл}$. Определить напряженность внешнего электрического поля E , если плотность алюминия $\rho_{ал} = 2,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, а масла $\rho_m = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

- 4.65. Электрон, имея начальную скорость $v_0 = 2 \cdot 10^6$ м/с, движется в однородном электрическом поле по направлению силовой линии. Сколько времени τ будет двигаться электрон до остановки и какое пройдет при этом расстояние S , если напряженность поля $E = 380$ В/м? Масса электрона $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, элементарный заряд $e = 1,6 \cdot 10^{19}$ Кл.
- 4.66. Электрон влетает в плоский конденсатор с начальной скоростью v_0 , параллельной пластинам. На какое расстояние Δ сместится точка вылета электрона из конденсатора, если напряженность поля внутри конденсатора E , а длина пластин конденсатора L ?
- 4.67. В пространство, где одновременно действуют горизонтальное и вертикальное однородные электрические поля с напряженностью $E_z = 4 \cdot 10^2$ В/м и $E_y = 3 \cdot 10^2$ В/м, вдоль направления силовой линии результирующего электрического поля влетает электрон, скорость которого на пути $l = 2,7$ мм изменяется в 2 раза. Определить скорость электрона v_k в конце пути.
- 4.68. Электрон, летящий горизонтально со скоростью $1,6 \cdot 10^6$ м/с, влетает в однородное электрическое поле напряженностью $E = 90$ В/см, направленное вертикально вверх. Какова будет по модулю и направлению скорость электрона через 1 нс?
- 4.69. Электрон влетает в однородное поле напряженностью $E = 120$ В/м и движется по направлению силовых линий. Какое расстояние он пролетит до полной остановки, если его начальная скорость равна 10^6 м/с. Сколько времени электрон будет двигаться до остановки?
- 4.70. Определите напряженность и потенциал электрического поля в точке, лежащей посередине между двумя точечными зарядами $q_1 = 8 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = -6 \cdot 10^{-9}$ Кл, которые находятся в вакууме на расстоянии $r = 10$ см друг от друга.
- 4.71. Расстояние между двумя зарядами $q_1 = 3 \cdot 10^{-8}$ Кл и $q_2 = -5 \cdot 10^{-8}$ Кл равно 5 см. Найти напряженность потенциал электрического поля в точке, находящейся на расстоянии 3 см от положительного заряда и 4 см от отрицательного зарядов.
- 4.72. В вершинах квадрата, сторона которого a , находятся заряды: $q, -q, -3q, 3q$. Определите напряженность и потенциал в центре квадрата.
- 4.73. Четыре одноименных заряда q расположены в вершинах квадрата со стороной a . Какова будет напряженность поля на расстоянии $2a$ от центра квадрата на продолжении диагонали?
- 4.74. Точка A находится на расстоянии $r_1 = 2$ м, а точка B — на $r_2 = 1$ м от точечного заряда $q = 10^{-6}$ Кл. Чему равна разность потенциалов точек A и B ? Как она зависит от угла между прямыми qA и qB ?

Тема 3

- 4.75. Тонкий стержень длиной $l = 10$ см равномерно заряжен. Линейная плотность τ заряда равна 1 мкКл/м. На продолжении оси стержня на расстоянии $a = 20$ см от ближайшего его конца находится точечный заряд $Q = 100$ нКл. Определить силу F взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.
- 4.76. Тонкая бесконечная нить согнута под углом 90° . Нить несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью $\tau = 1$ мкКл/м. Определить силу F , действующую на точечный заряд $Q = 0,1$ мкКл, расположенный на продолжении одной из сторон и удаленный от вершины угла на $a = 50$ см.
- 4.77. Тонкое кольцо радиусом $R = 10$ см несет равномерно распределенный заряд $Q = 0,1$ мкКл. На перпендикуляре к плоскости кольца, восставленном из его середины, находится точечный заряд $Q_1 = 10$ нКл. Определить силу F , действующую на точечный заряд Q_1 со стороны заряженного кольца, если он удален от центра кольца на $l_1 = 20$ см.
- 4.78. Тонкое кольцо радиусом $R = 10$ см несет равномерно распределенный заряд с линейной плотностью $\tau = 1$ мкКл/м. В центре кольца находится заряд $Q = 20$ нКл. Определить силу F взаимодействия точечного заряда и заряженного кольца.
- 4.79. Тонкое кольцо радиусом $R = 8$ см несет заряд, равномерно распределенный с линейной плотностью $\tau = 10$ нКл/м. Какова напряженность E электрического поля в точке, равноудаленной от всех точек кольца на расстояние $r = 10$ см?
- 4.80. На металлической сфере радиусом $R = 10$ см находится равномерно распределенный заряд $Q = 1$ нКл. Определить напряженность E электрического поля в следующих точках: 1) на расстоянии $r_1 = 8$ см от центра сферы; 2) на ее поверхности; 3) на расстоянии $r_2 = 15$ см от центра сферы. Построить график зависимости E от r .
- 4.81. Две концентрические металлические заряженные сферы радиусами $R_1 = 6$ см и $R_2 = 10$ см несут соответственно заряды $Q_1 = 1$ нКл и $Q_2 = -0,5$ нКл. Найти напряженности E поля в точках, отстоящих от центра сфер на расстояниях $r_1 = 5$ см, $r_2 = 9$ см, $r_3 = 15$ см. Построить график зависимости $E(r)$.
- 4.82. Очень длинная тонкая прямая проволока несет заряд, равномерно распределенный по всей ее длине. Вычислить линейную плотность τ заряда, если напряженность E поля на расстоянии $a = 0,5$ м от проволоки против ее середины равна 200 В/м.
- 4.83. Расстояние d между двумя длинными тонкими проволоками, расположенными параллельно друг другу, равно 16 см. Проволоки равномерно заряжены разноименными зарядами с линейной плотностью $|\tau| = 150$ мкКл/м. Какова напряженность E поля в точке, удаленной на $r = 10$ см как от первой, так и от второй проволоки?
- 4.84. Бесконечно длинная тонкостенная металлическая трубка радиусом $R = 2$ см несет равномерно распределенный по поверхности заряд ($\sigma = 1$ нКл/м²). Определить напряженность E поля в точках, отстоящих от оси трубки на расстояниях $r_1 = 1$ см, $r_2 = 3$ см. Построить график зависимости $E(r)$.

4.85. Две длинные тонкостенные коаксиальные трубки радиусами $R_1 = 2$ см и $R_2 = 4$ см несут заряды, равномерно распределенные по длине с линейными плотностями $\tau_1 = 1$ нКл/м и $\tau_2 = -0,5$ нКл/м. Пространство между трубками заполнено эбонитом ($\varepsilon = 3$). Определить напряженность E поля в точках, находящихся на расстояниях $r_1 = 1$ см, $r_2 = 3$ см, $r_3 = 5$ см от оси трубок; Построить график зависимости E от r .

4.86. На отрезке тонкого прямого проводника длиной $l = 10$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 3$ мкКл/м. Вычислить напряженность E , создаваемую этим зарядом в точке, расположенной на оси проводника и удаленной от ближайшего конца отрезка на расстояние, равное длине этого отрезка.

4.87. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими одинаковый равномерно распределенный по площади заряд ($\sigma = 1$ нКл/м²). Определить напряженность E поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

4.88. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 1$ нКл/м² и $\sigma_2 = 3$ нКл/м². Определить напряженность E поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

4.89. Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 2$ нКл/м² и $\sigma_2 = -5$ нКл/м². Определить напряженность E поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

4.90. Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью $\sigma_1 = 10$ нКл/м² и $\sigma_2 = -30$ нКл/м². Определить силу взаимодействия между пластинами, приходящуюся на площадь S , равную 1 м³.

4.91. Две круглые параллельные пластины радиусом $R = 10$ см находятся на малом (по сравнению с радиусом) расстоянии друг от друга. Пластинам сообщили одинаковые по модулю, но противоположные по знаку заряды $|Q_1| = |Q_2| = Q$. Определить этот заряд Q , если пластины притягиваются с силой $F = 2$ мН. Считать, что заряды распределяются по пластинам равномерно.

4.92. Бесконечная плоскость несет заряд, равномерно распределенный с поверхностной плотностью $\sigma = 1$ мкКл/м². На некотором расстоянии от плоскости параллельно ей расположен круг радиусом $r = 10$ см. Вычислить поток Φ_E вектора напряженности через этот круг.

4.93. Плоская квадратная пластина со стороной длиной a , равной 10 см, находится на некотором расстоянии от бесконечной равномерно заряженной ($\sigma = 1$ мкКл/м²) плоскости. Плоскость пластины составляет угол $\beta = 30^\circ$ с линиями поля. Найти поток D электрического смещения через эту пластину.

4.94. Найти силу F , действующую на заряд $q = 2$ мкКл, если заряд помещен: а) на расстоянии $r = 2$ см от заряженной нити с линейной плотностью заряда $\tau = 0,2$ мкКл/м; б) в поле заряженной плоскости с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 20$ мкКл/м²; в) на расстоя-

нии $r = 2$ см от поверхности заряженного шара с радиусом $R = 2$ см и поверхностной плотностью заряда $\sigma = 20$ мкКл/м². Диэлектрическая проницаемость среды $\epsilon = 6$.

4.95. Построить на одном графике кривые зависимости напряженности E электрического поля от расстояния r в интервале $1 \leq r \leq 5$ см через каждый 1 см, если поле образовано: а) точечным зарядом $q = 33,3$ нКл; б) бесконечно длинной заряженной нитью с линейной плотностью заряда $\tau = 1,67$ мкКл/м; в) бесконечно протяженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 25$ мкКл/м².

4.96. С какой силой F_l электрическое поле заряженной бесконечной плоскости действует на единицу длины заряженной бесконечно длинной нити, помещенной в это поле? Линейная плотность заряда на нити $\tau = 3$ мкКл/м и поверхностная плотность заряда на плоскости $\sigma = 20$ мкКл/м².

4.97. С какой силой F_l на единицу длины отталкиваются две одноименно заряженные бесконечно длинные нити с одинаковой линейной плотностью заряда $\tau = 3$ мкКл/м, находящиеся на расстоянии $r_1 = 2$ см друг от друга? Какую работу A_l на единицу длины надо совершить, чтобы сдвинуть эти нити до расстояния $r_2 = 1$ см?

4.98. Две длинные одноименно заряженные нити расположены на расстоянии $r = 10$ см друг от друга. Линейная плотность заряда на нитях $\tau_1 = \tau_2 = 10$ мкКл/м. Найти модуль и направление напряженности E результирующего электрического поля в точке, находящейся на расстоянии $a = 10$ см от каждой нити.

4.99. С какой силой F_s на единицу площади отталкиваются две одноименно заряженные бесконечно протяженные плоскости? Поверхностная плотность заряда на плоскостях $\sigma = 0,3$ мкКл/м².

4.100. Показать, что электрическое поле, образованное заряженной нитью конечной длины, в предельных случаях переходит в электрическое поле: а) бесконечно длинной заряженной нити; б) точечного заряда.

4.101. Длина заряженной нити $l = 25$ см. При каком предельном расстоянии a от нити по нормали к середине нити электрическое поле можно рассматривать как поле бесконечно длинной заряженной нити? Погрешность при таком допущении не должна превышать $\delta = 0,05$. Указание: допустимая ошибка $\delta = (E_2 - E_1)/E_2$, где E_2 – напряженность электрического поля бесконечно длинной нити, E_1 – напряженность поля нити конечной длины.

4.102. Кольцо из проволоки радиусом $R = 10$ см имеет отрицательный заряд $q = -5$ нКл. Найти напряженности E электрического поля на оси кольца в точках, расположенных от центра кольца на расстояниях L , равных 0, 5, 8, 10 и 15 см. Построить график $E = f(L)$. На каком расстоянии L от центра кольца напряженность E электрического поля будет иметь максимальное значение?

4.103. На некотором расстоянии от бесконечной равномерно заряженной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma = 0,1$ нКл/см² расположена круглая пластинка. Нормаль к плоскости пластинки составляет с линиями напряженности угол 30° . Определите поток Φ_E вектора напряженности через эту пластинку, если ее радиус r равен 15 см.

4.104. Определите поток Φ_E вектора напряженности электростатического поля через сферическую поверхность, охватывающую точечные заряды $Q_1 = 5$ нКл и $Q_2 = -2$ нКл.

4.105. Поле создано двумя равномерно заряженными концентрическими сферами радиусами $R_1 = 5$ см и $R_2 = 8$ см. Заряды сфер соответственно равны $Q_1 = 2$ нКл и $Q_2 = -1$ нКл. Определите напряженность электростатического поля в точках, лежащих от центра сфер на расстояниях: 1) $r_1 = 3$ см 2) $r_2 = 6$ см; 3) $r_3 = 10$ см. Постройте график зависимости $E(r)$.

4.106. Длинный прямой провод, расположенный в вакууме, несет заряд, равномерно распределенный по всей длине провода с линейной плотностью 2 нКл/м. Определите напряженность E электростатического поля на расстоянии $r = 1$ м от провода.

4.107. Внутренний цилиндрический проводник длинного прямолинейного коаксиального провода радиусом $R_1 = 1,5$ мм заряжен с линейной плотностью $\tau_1 = 0,20$ нКл/м. Внешний цилиндрический проводник этого провода радиусом $R_2 = 3$ мм заряжен с линейной плотностью $\tau_2 = -0,15$ нКл/м. Пространство между проводниками заполнено резиной $\epsilon = 3$. Определите напряженность электростатического поля в точках, лежащих от оси провода на расстояниях: 1) $r_1 = 1$ мм; 2) $r_2 = 2$ мм; 3) $r_3 = 5$ мм.

4.108. Однородное электрическое поле слева от бесконечной плоскости заряженной пластины E_1 , справа $E_2 > E_1$. Определите силу F , действующую на единицу площади пластины со стороны электрического поля (см. рис.).

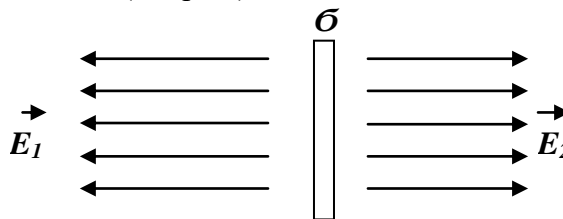


Рис. к зад. 4.108

4.109. По кольцу радиусом R равномерно распределён заряд Q . Определить напряженность E_0 в центре кольца и E_A в точке A , состоящей на расстояние h от центра кольца по перпендикуляру к его плоскости.

4.110. Две концентрические металлические сферы радиусом R_1 и R_2 ($R_2 > R_1$) имеют заряды Q_1 и Q_2 . Найти зависимость напряженности поля E от расстояния до центра сфер.

4.111. На вертикальной пластине больших размеров равномерно распределён электрический заряд с поверхностной плотностью $\sigma = 3 \cdot 10^{-6}$ Кл/м². На прикрепленной к пластине нити подвешен маленький шарик массой $m = 2$ г, несущий заряд того же знака, что и пластина. Найти его заряд, если нить образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$.

4.112. Две плоские вертикальные пластины площадью S каждая находится на расстоянии d друг от друга, малом по сравнению с их размерами. Определить модуль силы F взаимодействия между пластинами, если заряды пластин $+q, -q$.

4.113. Электрическое поле образовано внешним однородным электрическим полем и электрическим полем заряженной металлической пластины, которое вблизи пластины тоже можно считать однородным (см. рис.). Напряженность результирующего электрического поля справа от пластины $E_1 = 3 \cdot 10^4$ В/м, а слева — $E_2 = 5 \cdot 10^4$ В/м. Определить заряд q пластины, если сила, действующая на пластину со стороны внешнего электрического поля, $F = 0,7$ Н.

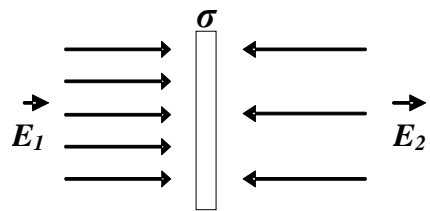


Рис. к зад. 4.113

Тема 4

4.114. Вычислить потенциальную энергию Π системы двух точечных зарядов $Q_1 = 100$ нКл и $Q_2 = 10$ нКл, находящихся на расстоянии $d = 10$ см друг от друга.

4.115. Найти потенциальную энергию Π системы трех точечных зарядов $Q_1 = 10$ нКл, $Q_2 = 20$ нКл и $Q_3 = -30$ нКл, расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной длиной $a = 10$ см.

4.116. Какова потенциальная энергия Π системы четырех одинаковых точечных зарядов $Q = 10$ нКл, расположенных в вершинах квадрата со стороной длиной $a = 10$ см?

4.117. Определить потенциальную энергию Π системы четырех точечных зарядов, расположенных в вершинах квадрата со стороной длиной $a = 10$ см. Заряды одинаковы по модулю $Q = 10$ нКл, но два из них отрицательны. Рассмотреть два возможных случая расположения зарядов.

4.118. Система состоит из трех зарядов — двух одинаковых по величине $Q_1 = |Q_2| = 1$ мкКл и противоположных по знаку и заряда $Q = 20$ нКл, расположенного в точке 1 посередине между двумя другими зарядами системы (см. рис.). Определить изменение потенциальной энергии $\Delta\Pi$ системы при переносе заряда Q из точки 1 в точку 2. Эти точки удалены от отрицательного заряда Q_2 на расстояние $a = 0,2$ м.

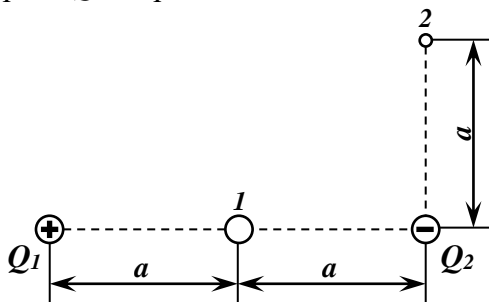


Рис. к зад. 4.118

4.119. Бесконечная плоскость равномерно заряжена с поверхностной плотностью $\sigma = 4$ нКл/м². Определить значение и направление градиента потенциала электрического поля, созданного этой плоскостью.

4.120. Напряженность E однородного электрического поля в некоторой точке равна 600 В/м. Вычислить разность потенциалов U между этой точкой и другой, лежащей на прямой составляющей угол $\alpha = 60^\circ$ с направлением вектора напряженности. Расстояние между точками равно 2 мм.

4.121. Напряженность E однородного электрического поля равна 120 В/м. Определить разность потенциалов U между точками, лежащими на силовой линии на расстоянии $\Delta r = 1$ мм друг от друга.

4.122. Электрическое поле создано положительным точечным зарядом. Потенциал φ поля в точке, удаленной от заряда на $r = 12$ см, равен 24 В. Определить значение и направление градиента потенциала в этой точке.

- 4.123. Бесконечная тонкая прямая нить несет равномерно распределенный по длине нити заряд с плотностью $\tau = 1$ нКл/м. Каков градиент потенциала в точке, удаленной на расстояние $r = 10$ см от нити? Указать направление градиента потенциала.
- 4.124. Два одинаковых шарика радиуса $R = 1$ см и массы $m = 0,15$ кг заряжены до одинакового потенциала $\varphi = 3$ кВ и находятся на некотором расстоянии r_1 друг от друга. При этом их энергия гравитационного взаимодействия $W_{gp} = 10^{-11}$ Дж. Шарики сближаются до расстояния r_2 . Работа, необходимая для сближения шариков $A = 2 \cdot 10^{-6}$ Дж. Найти энергию $W_{эл}$ электростатического взаимодействия шариков после их сближения.
- 4.125. Найти потенциал φ точки поля, находящейся на расстоянии $r = 10$ см от центра заряженного шара радиусом $R = 1$ см. Задачу решить, если: а) задана поверхностная плотность заряда на шаре $\sigma = 0,1$ мкКл/м²; б) задан потенциал шара $\varphi_0 = 300$ В.
- 4.126. Одинаковые заряды $Q = 100$ нКл расположены в вершинах квадрата со стороной $a = 10$ см. Определите потенциальную энергию этой системы.
- 4.127. В боровской модели атома водорода электрон движется по круговой орбите радиусом $r = 52,8$ пм, в центре которой находится протон. Определите: 1) скорость электрона на орбите; 2) потенциальную энергию электрона в поле ядра, выразив ее в электронвольтах.
- 4.128. Электростатическое поле создается положительным точечным зарядом. Определите числовое значение и направление градиента потенциала этого поля, если на расстоянии $r = 10$ см от заряда потенциал $\varphi = 100$ В.
- 4.129. Электростатическое поле создается бесконечной плоскостью, заряженной равномерно с поверхностной плотностью $\sigma = 5$ нКл/м². Определите числовое значение и направление градиента потенциала этого поля.
- 4.130. Электростатическое поле создается бесконечной прямой нитью, заряженной равномерно с линейной плотностью $\tau = 50$ пКл/см. Определить числовое значение и направление градиента потенциала в точке на расстоянии $r = 0,5$ м от нити.
- 4.131. Точечные заряды q_1 и q_2 находятся на расстоянии l друг от друга. Какова потенциальная энергия этой системы? Какую скорость будут иметь эти заряды на бесконечно большом расстоянии после того, как разлетятся, если $q_1 = q_2 = e^-$, $l = 1$ см, начальная скорость $v_0 = 0$.
- 4.132. На горизонтальной шероховатой поверхности закреплён заряд q_1 . Тело массой m , имеющее заряд q_2 , может перемещаться по поверхности. На каком расстоянии от заряда q_1 тело остановится, если в начальный момент оно покоилось на расстоянии L_0 от заряда q_1 ? Заряды q_1 и q_2 одного знака. Коэффициент трения равен k .
- 4.133. Определите потенциальную энергию системы, состоящей из электронов, находящихся в вершинах правильного треугольника со стороной l .
- 4.134. Три электрона движутся под действием сил электростатического отталкивания. Какова будет их скорость, когда расстояние станет бесконечно большим? В начальный момент электроны находились на одной прямой на одинаковых расстояниях 10^{-2} м друг от друга и их скорость равна нулю.

4.135. Два протона и α -частица между ними расположены на одной прямой, расстояние между ближайшими частицами составляет $a = 10^{-2}$ см. В начальный момент частицы неподвижны. Под действием электрических сил частицы разлетаются вдоль прямой. Определите скорости частиц, когда они окажутся на очень большом расстоянии друг от друга.

4.136. В четырех вершинах квадрата со стороной a расположены четыре протона. Определить скорости v протонов после их разлета (на бесконечности).

4.137. Четыре одноименных заряда q , связанных между собой нитями, расположены в вершинах квадрата со стороной a . После разрыва одной из нитей заряды расположились вдоль одной прямой (см. рис.). Какую работу при этом совершили силы поля?

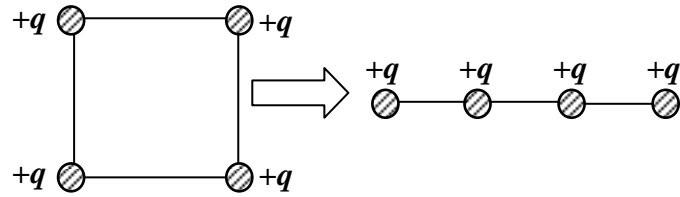


Рис. к зад. 137

4.138. Какую работу A необходимо совершить, чтобы перестроить (см. рис.) систему четырех точечных зарядов, расположенных в вершинах квадрата со стороной a ? Заряд q считать известным.

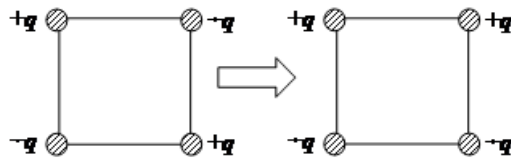


Рис. к зад. 138

4.139. Два точечных заряда $q_1 = 6,6 \cdot 10^{-9}$ Кл и $q_2 = 1,32 \cdot 10^{-8}$ Кл находятся на расстоянии $r_1 = 40$ см. Какую надо совершить работу, чтобы сблизить их до расстояния $r_2 = 25$ см?

Тема 5

- 4.140. По тонкому кольцу радиусом $R = 10$ см равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 10$ нКл/м. Определить потенциал φ в точке, лежащей на оси кольца, на расстоянии $a = 5$ см от центра.
- 4.141. На отрезке тонкого прямого проводника равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 10$ нКл/м. Вычислить потенциал φ , создаваемый этим зарядом в точке, расположенной на оси проводника и удаленной от ближайшего конца отрезка на расстояние, равное длине этого отрезка.
- 4.142. Тонкий стержень длиной $l = 10$ см несет равномерно распределенный заряд $Q = 1$ нКл. Определить потенциал τ электрического поля в точке, лежащей на оси стержня на расстоянии $a = 20$ см от ближайшего его конца.
- 4.143. Бесконечно длинная тонкая прямая нить несет равномерно распределенный по длине нити заряд с линейной плотностью $\tau = 0,01$ мкКл/м. Определить разность потенциалов $\Delta\varphi$ двух точек поля, удаленных от нити на $r_1 = 2$ см и $r_2 = 4$ см.
- 4.144. Имеются две концентрические металлические сферы радиусами $R_1 = 3$ см и $R_2 = 6$ см. Пространство между сферами заполнено парафином ($\epsilon = 2$). Заряд Q_1 внутренней сферы равен -1 нКл, внешний $Q_2 = 2$ нКл. Найти потенциал φ электрического поля на расстоянии: 1) $r_1 = 1$ см; 2) $r_2 = 5$ см; 3) $r_3 = 9$ см от центра сфер.
- 4.145. Заряд распределен равномерно по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью $\sigma = 10$ нКл/м². Определить; разность потенциалов $\Delta\varphi$ двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая удалена от плоскости на расстояние $d = 10$ см.
- 4.146. Определить потенциал φ , до которого можно зарядить уединенный металлический шар радиусом $R = 10$ см, если напряженность E поля, при которой происходит пробой воздуха, равна 3 МВ/м. Найти также максимальную поверхностную плотность σ электрических зарядов перед пробоем.
- 4.147. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии $d = 0,5$ см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями $\sigma_1 = 0,2$ мкКл/м² и $\sigma_2 = -0,3$ мкКл/м². Определить разность потенциалов U между плоскостями.
- 4.148. Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии $d = 1$ см друг от друга. Плоскости несут равномерно распределенные по поверхностям заряды с плотностями $\sigma_1 = 0,2$ мкКл/м² и $\sigma_2 = 0,5$ мкКл/м², Найти разность потенциалов U пластин.
- 4.149. Металлический шарик диаметром $d = 2$ см заряжен отрицательно до потенциала $\varphi = -150$ В. Сколько электронов находится на поверхности шарика?
- 4.150. Сто одинаковых капель ртути, заряженных до потенциала $\varphi = 20$ В, сливаются в одну каплю. Каков потенциал φ_1 образовавшейся капли?
- 4.151. Электрическое поле создано бесконечно длинным равномерно заряженным ($\sigma = 0,1$ мкКл/м²) цилиндром радиусом $R = 5$ см. Определить изменение $\Delta\Pi$ потенциальной энергии

гии однозарядного положительного иона при перемещении его из точки 1 в точку 2 (см. рис.).

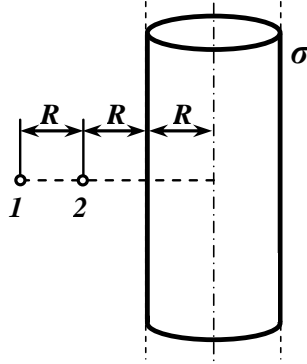


Рис. к зад. 4.151

4.152. Электрическое поле создано отрицательно заряженным металлическим шаром. Определить работу $A_{1,2}$ внешних сил по перемещению заряда $Q = 40$ нКл из точки 1 с потенциалом $\varphi_1 = -300$ В, находящуюся на расстоянии R от поверхности шара, в точку 2, находящуюся на расстоянии $2R$ от его поверхности.

4.153. Точечные заряды $Q_1 = 1$ мкКл и $Q_2 = 0,1$ мкКл находятся на расстоянии $r_1 = 10$ см друг от друга. Какую работу A совершат силы поля, если второй заряд, отталкиваясь от первого, удалится от него на расстояние: 1) $r_2 = 10$ м; 2) $r_3 = \infty$?

4.154. Электрическое поле создано двумя одинаковыми положительными точечными зарядами Q . Найти работу $A_{1,2}$ сил поля по перемещению заряда $Q_1 = 10$ нКл из точки 1 с потенциалом $\varphi_1 = 300$ В в точку 2 (см. рис.).

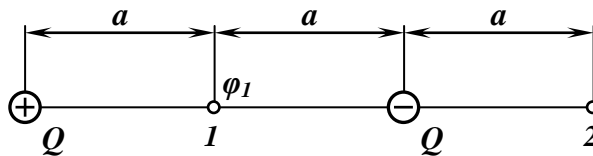


Рис. к зад. 4.154

4.155. Определить работу $A_{1,2}$ по перемещению заряда $Q_1 = 50$ нКл из точки 1 в точку 2 (см. рис.) в поле, созданном двумя точечными зарядами, модуль $|Q|$ которых равен 1 мкКл и $a = 0,1$ м.

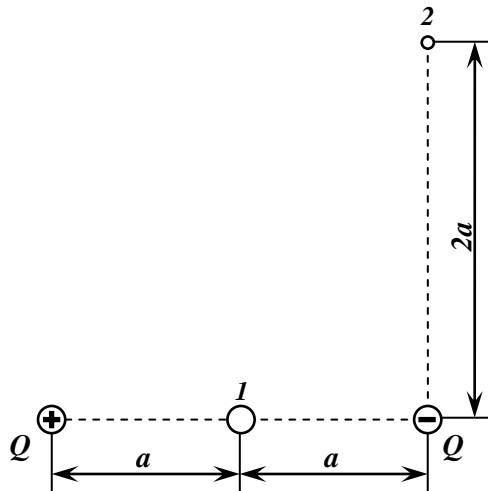


Рис. к зад. 4.155

4.156. Электрическое поле создано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 2 \text{ мкКл/м}^2$. В этом поле вдоль прямой, составляющей угол $\alpha = 60^\circ$ с плоскостью, из точки 1 в точку 2, расстояние l между которыми равно 20 см (см. рис.), перемещается точечный электрический заряд $Q = 10 \text{ нКл}$. Определить работу A сил поля по перемещению заряда.

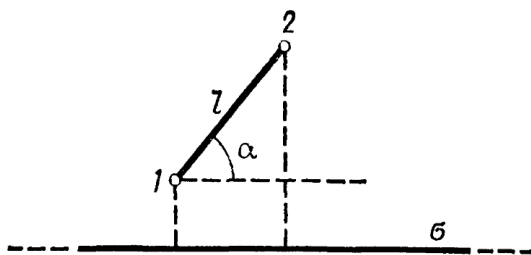


Рис. к зад. 4.156

4.157. На отрезке прямого провода равномерно распределен заряд с линейной плотностью $\tau = 1 \text{ мкКл/м}$. Определить работу A сил поля по перемещению заряда $Q = 1 \text{ нКл}$ из точки B в точку C (см. рис.).

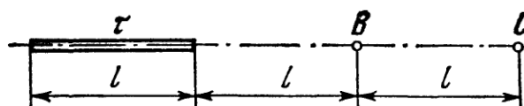


Рис. к зад. 4.157

4.158. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом $R = 10 \text{ см}$. Он заряжен с линейной плотностью $\tau = 300 \text{ нКл/м}$. Какую работу A надо совершить, чтобы перенести заряд $Q = 5 \text{ нКл}$ из центра кольца в точку, расположенную на оси кольца на расстоянии $l = 20 \text{ см}$ от центра его?

4.159. Электрическое поле создано равномерно распределенным по кольцу зарядом ($\tau = 1 \text{ мкКл/м}$). Определить работу $A_{1,2}$ сил поля по перемещению заряда $Q = 10 \text{ нКл}$ из точки 1 (в центре кольца) в точку 2, находящуюся на оси симметрии кольца на расстоянии от плоскости, равном радиусу кольца.

4.160. Определить работу $A_{1,2}$ сил поля по перемещению заряда $Q = 1 \text{ мкКл}$ из точки 1 в точку 2 поля, созданного заряженным проводящим шаром (см. рис). Потенциал ϕ шара равен 1 кВ.

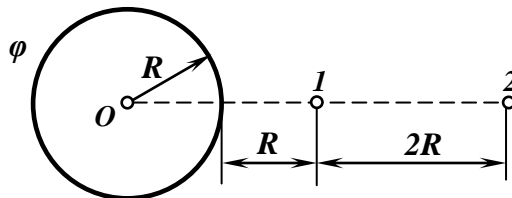


Рис. к зад. 4.160

4.161. Бесконечная прямая нить несет равномерно распределенный заряд ($\tau = 0,1 \text{ мкКл/м}$). Определить работу $A_{1,2}$ сил поля по перемещению заряда $Q = 50 \text{ нКл}$ из точки 1 в точку 2.

4.162. Электрон находится в однородном электрическом поле напряженностью $E = 200 \text{ кВ/м}$. Какой путь пройдет электрон за время $t = 1 \text{ нс}$, если его начальная скорость была равна нулю? Какой скоростью будет обладать электрон в конце этого интервала времени?

4.163. Какая ускоряющая разность потенциалов U требуется для того, чтобы сообщить скорость $v = 30$ Мм/с: 1) электрону; 2) протону?

4.164. Разность потенциалов U между катодом и анодом электронной лампы равна 90 В, расстояние $r = 1$ мм. С каким ускорением a движется электрон от катода к аноду? Какова скорость v электрона в момент удара об анод? За какое время t электрон пролетает расстояние от катода до анода? Поле считать однородным.

4.165. Пылинка массой $m = 1$ пг, несущая на себе пять электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов $U = 3$ МВ. Какова кинетическая энергия T пылинки? Какую скорость v приобрела пылинка?

4.166. Заряженная частица, пройдя ускоряющую разность потенциалов $U = 600$ кВ, приобрела скорость $v = 5,4$ Мм/с. Определить удельный заряд частицы (отношение заряда к массе).

4.167. Протон, начальная скорость v которого равна 100 км/с, влетел в однородное электрическое поле ($E = 300$ В/см) так, что вектор скорости совпал с направлением линий напряженности. Какой путь l должен пройти протон в направлении линий поля, чтобы его скорость удвоилась?

4.168. Бесконечная плоскость заряжена отрицательно с поверхностной плотностью $\sigma = 35,4$ нКл/м². По направлению силовой линии поля, созданного плоскостью, летит электрон. Определить минимальное расстояние l_{\min} , на которое может подойти к плоскости электрон, если на расстоянии $l_0 = 5$ см он имел кинетическую энергию $T = 80$ эВ.

4.169. Электрон, летевший горизонтально со скоростью $v = 1,6$ Мм/с, влетел в однородное электрическое поле с напряженностью $E = 90$ В/см, направленное вертикально вверх. Какова будет по модулю и направлению скорость v электрона через 1 нс?

4.170. Вдоль силовой линии однородного электрического поля движется протон. В точке поля с потенциалом φ_1 протон имел скорость $v_1 = 0,1$ Мм/с. Определить потенциал φ_2 точки поля, в которой скорость протона возрастает в $n = 2$ раза. Отношение заряда протона к его массе $e/m = 96$ МКл/кг.

4.171. В однородное электрическое поле напряженностью $E = 1$ кВ/м влетает вдоль силовой линии электрон со скоростью $v_0 = 1$ Мм/с. определить расстояние l , пройденное электроном до точки, в которой его скорость v_1 будет равна половине начальной.

4.172. Какой минимальной скоростью v_{\min} должен обладать протон, чтобы он мог достигнуть поверхности заряженного до потенциала $\varphi = 400$ В металлического шара?

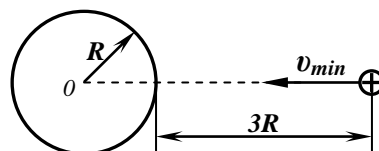


Рис. к зад. 4.172

4.173. Электрон движется вдоль силовой линии однородного электрического поля. В некоторой точке поля с потенциалом $\varphi_1 = 100$ В электрон имел скорость $v_1 = 6$ Мм/с. Определить потенциал φ_2 точки поля, в которой скорость v_2 электрона будет равна $0,5v_1$.

4.174. Из точки 1 на поверхности бесконечно длинного отрицательно заряженного цилиндра ($\tau = 20 \text{ нКл/м}$) вылетает электрон ($v_0 = 0$). Определить кинетическую энергию T электрона в точке 2, находящейся на расстоянии $9R$ от поверхности цилиндра, где R — его радиус.

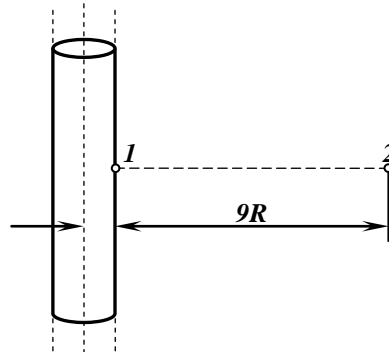


Рис. к зад. 4.174

4.175. Электрон с начальной скоростью $v_0 = 3 \text{ Мм/с}$ влетел в однородное электрическое поле напряженностью $E = 150 \text{ В/м}$. Вектор начальной скорости перпендикулярен линиям напряженности электрического поля. Найти: 1) силу F , действующую на электрон; 2) ускорение a , приобретаемое электроном; 2) скорость v электрона через $t = 0,1 \text{ мкс}$.

4.176. Электрон влетел в пространство между пластинами плоского конденсатора со скоростью $v = 10 \text{ Мм/с}$, направленной параллельно пластинам. На сколько приблизится электрон к положительно заряженной пластине за время движения внутри конденсатора (поле считать однородным), если расстояние d между пластинами равно 16 мм , разность потенциалов $U = 30 \text{ В}$ и длина l пластин равна 6 см ?

4.177. Электрон влетел в плоский конденсатор, имея скорость $v = 10 \text{ Мм/с}$, направленную параллельно пластинам. В момент вылета из конденсатора направление скорости электрона составляло угол $\alpha = 35^\circ$ с первоначальным направлением скорости. Определить разность потенциалов U между пластинами (поле считать однородным), если длина l пластин равна 10 см и расстояние d между ними равно 2 см .

4.178. Электрон влетел в плоский конденсатор, находясь на одинаковом расстоянии от каждой пластины и имея скорость $v = 10 \text{ Мм/с}$, направленную параллельно пластинам, расстояние d между которыми равно 2 см . Длина l каждой пластины равна 10 см . Какую наименьшую разность потенциалов U нужно приложить к пластинам, чтобы электрон не вылетел из конденсатора?

4.179. Положительно заряженная частица, заряд которой равен элементарному заряду e , прошла ускоряющую разность потенциалов $U = 60 \text{ кВ}$ и летит на ядро атома лития, заряд которого равен трем элементарным зарядам. На какое наименьшее расстояние r_{\min} частица может приблизиться к ядру? Начальное расстояние частицы от ядра можно считать практически бесконечно большим, а массу частицы — пренебрежимо малой по сравнению с массой ядра.

4.180. Найти потенциал φ точки поля, находящейся на расстоянии $r = 10 \text{ см}$ от центра заряженного шара радиусом $R = 1 \text{ см}$. Задачу решить, если задан потенциал шара $\varphi_0 = 300 \text{ В}$.

4.181. Радиус центральной жилы коаксиального кабеля $r = 1,5$ см, радиус оболочки $R = 3,5$ см. Между центральной жилой и оболочкой приложена разность потенциалов $U = 2,3$ кВ. Найти напряженность E электрического поля на расстоянии $x = 2$ см от оси кабеля.

4.182. Вакуумный цилиндрический конденсатор имеет радиус внутреннего цилиндра $r = 1,5$ см и радиус внешнего цилиндра $R = 3,5$ см. Между цилиндрами приложена разность потенциалов $U = 2,3$ кВ. Какую скорость v получит электрон под действием поля этого конденсатора, двигаясь с расстояния $l_1 = 2,5$ см до расстояния $l_2 = 2$ см от оси цилиндра?

4.183. Каким будет потенциал φ металлического шара радиусом $r = 3$ см, если: а) сообщить ему заряд $q = 1$ нКл. б) окружить его концентрическим шаром радиусом $R = 4$ см, соединенным с землей?

4.184. Радиус внутренней обкладки вакуумного сферического конденсатора $r = 1$ см, радиус внешнего шара $R = 4$ см. Между шарами приложена разность потенциалов $U = 3$ кВ. Какую скорость v получит электрон, приблизившись к центру шаров с расстояния $x_1 = 3$ см до расстояния $x_2 = 2$ см?

4.185. Восемь заряженных водяных капель радиусом $r = 1$ мм и зарядом $q = 0,1$ нКл каждая сливаются в одну общую водяную каплю. Найти потенциал φ большой капли.

4.186. Шарик массой $m = 40$ мг, имеющий положительный заряд $q = 1$ нКл, движется со скоростью $v = 10$ см/с. На какое расстояние r может приблизиться шарик к положительному точечному заряду $q_0 = 1,33$ нКл?

4.187. До какого расстояния r могут сблизиться два электрона, если они движутся навстречу друг другу с относительной скоростью $v_0 = 10^6$ м/с?

4.188. Протон (ядро атома водорода) движется со скоростью $v = 7,7 \cdot 10^6$ м/с. На какое наименьшее расстояние r может приблизиться протон к ядру атома алюминия? Заряд ядра атома алюминия $q = Ze$, где Z – порядковый номер атома в таблице Менделеева и e – заряд протона, равный по модулю заряду электрона. Массу протона считать равной массе атома водорода. Протон и ядро атома алюминия считать точечными зарядами. Влиянием электронной оболочки атома алюминия пренебречь.

4.189. При бомбардировке неподвижного ядра натрия α -частицей сила отталкивания между ними достигла значения $F = 140$ Н. На какое наименьшее расстояние r приблизилась α -частица к ядру атома натрия? Какую скорость v имела α -частица? Влиянием электронной оболочки атома натрия пренебречь.

4.190. Два шарика с зарядами $q_1 = 6,66$ нКл и $q_2 = 13,33$ нКл. находятся на расстоянии $r_1 = 40$ см. Какую работу A надо совершить, чтобы сблизить их до расстояния $r_2 = 25$ см?

4.191. Какая работа A совершается при перенесении точечного заряда $q = 20$ нКл из бесконечности в точку, находящуюся на расстоянии $r = 1$ см от поверхности шара радиусом $R = 1$ см с поверхностной плотностью заряда $\sigma = 10$ мкКл/м²?

4.192. Шарик с массой $m = 1$ г и зарядом $q = 10$ нКл перемещается из точки 1, потенциал которой $\varphi_1 = 600$ В, в точку 2, потенциал которой $\varphi_2 = 0$. Найти его скорость v_1 в точке 1, если в точке 2 она стала равной $v_2 = 20$ см/с.

4.193. Найти скорость v электрона, прошедшего разность потенциалов U , равную 1000 В.

4.194. На расстоянии $r_1 = 4$ см от бесконечно длинной заряженной нити находится точечный заряд $q = 0,66$ нКл. Под действием поля заряд приближается к нити до расстояния $r_2 = 2$ см; при этом совершается работа $A = 50$ мкДж. Найти линейную плотность заряда τ на нити.

4.195. Электрическое поле образовано положительно заряженной бесконечно длинной нитью. Двигаясь под действием этого поля от точки, находящейся на расстоянии $r_1 = 1$ см от нити, до точки $r_2 = 4$ см, α -частица изменила свою скорость от $v_1 = 2 \cdot 10^5$ м/с до $v_2 = 3 \cdot 10^6$ м/с. Найти линейную плотность заряда τ на нити.

4.196. Электрическое поле образовано положительно заряженной бесконечно длинной нитью с линейной плотностью заряда $\tau = 0,2$ мкКл/м. Какую скорость v получит электрон под действием поля, приблизившись к нити с расстояния $r_1 = 1$ см до расстояния $r_2 = 0,5$ см?

4.197. Около заряженной бесконечно протяженной плоскости находится точечный заряд $q = 0,66$ нКл. Заряд перемещается по линии напряженности поля на расстояние $\Delta r = 2$ см; при этом совершается работа $A = 50$ мкДж. Найти поверхностную плотность заряда σ на плоскости.

4.198. Электростатическое поле создается бесконечной плоскостью, равномерно заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 1$ нКл/м². Определите разность потенциалов между двумя точками этого поля, лежащими на расстояниях $x_1 = 20$ см и $x_2 = 50$ см от плоскости.

4.199. Электростатическое поле создается равномерно заряженной сферической поверхностью радиусом $R = 10$ см с общим зарядом $Q = 15$ нКл. Определите разность потенциалов между двумя точками этого поля, лежащими на расстояниях $r_1 = 5$ см и $r_2 = 15$ см от поверхности сферы.

4.200. Электростатическое поле создается сферой радиусом $R = 5$ см, равномерно заряженной с поверхностной плотностью $\sigma = 1$ нКл/м². Определите разность потенциалов между точками поля, лежащими на расстояниях $r_1 = 10$ см и $r_2 = 15$ см от центра сферы.

4.201. Электрическое поле создается равномерно заряженным шаром с радиусом $R = 1$ м с общим зарядом $Q = 50$ нКл. Определить разность потенциалов между поверхностью шара и точками, лежащими на расстояниях от центра шара: 1) $r_1 = 1,5$ м; 2) $r_2 = 2$ м.

4.202. Электрическое поле создается шаром радиусом $R = 8$ см, равномерно заряженным с поверхностной плотностью $\sigma = 1$ нКл/м². Определить разность потенциалов между двумя точками этого поля, лежащими на расстоянии $r_1 = 10$ см $r_2 = 15$ см от центра шара.

4.203. Электростатическое поле создается в вакууме шаром радиусом $R = 10$ см, равномерно заряженным с поверхностной плотностью $\sigma = 10$ нКл/м². Определите разность потенциалов между точками, лежащими внутри шара на расстояниях $r_1 = 2$ см и $r_2 = 8$ см от его центра.

4.204. Электростатическое поле создается в вакууме бесконечным цилиндром радиусом 8 мм, равномерно заряженным с линейной плотностью $\tau = 10$ нКл/м. Определите разность потенциалов между двумя точками этого поля, лежащими на расстояниях $r_1 = 2$ мм и $r_2 = 7$ мм от поверхности этого цилиндра.

4.205. Под действием электрического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости точечный заряд $Q = 1$ нКл переместился вдоль силовой линии на расстояние $r = 1$ см; при этом совершена работа 5 мкДж. Определить поверхностную плотность заряда на плоскости.

4.206. Электростатическое поле создается положительно заряженной с постоянной поверхностной плотностью $\sigma = 10$ нКл/м² бесконечной плоскостью. Какую работу надо совершить для того, чтобы перенести электрон вдоль линии напряженности с расстояния $r_1 = 2$ см до $r_2 = 1$ см?

4.207. Электростатическое поле создается положительно заряженной бесконечной нитью с постоянной линейной плотностью $\tau = 1$ нКл/см. Какую скорость приобретет электрон, приблизившись под действием внешних сил к нити вдоль линии напряженности с расстояния $r_1 = 1,5$ см до $r_2 = 1$ см от нити?

4.208. Определите линейную плотность бесконечно длинной заряженной нити, если работа сил поля по перемещению заряда $Q = 1$ нКл с расстояния $r_1 = 5$ см до $r_2 = 2$ см в направлении, перпендикулярном нити, равно 50 мкДж.

4.209. Электростатическое поле создается положительно заряженной бесконечной нитью. Протон, двигаясь от нити под действием поля вдоль линии напряженности с расстояния $r_1 = 1$ см до $r_2 = 5$ см, изменил свою скорость от 1 до 10 Мм/с. Определите линейную плотность заряда нити.

4.210. 1000 одинаковых маленьких капелек воды, заряженные равными зарядами, сливаются в одну сферическую каплю. Во сколько раз потенциал этой капли больше потенциала малой капли?

4.211. Два одинаковых шарика, расстояние между которыми по центру равно 25 см, взаимодействуют с силой 10^{-7} Н. До какого потенциала заряжены шарики, если их диаметр 1 см.

4.212. Большая шарообразная капля воды получена в результате слияния 125 одинаковых мелких заряженных капель. До какого потенциала были заряжены мелкие капельки, если потенциал капли оказался равным 2,5 В?

4.213. Два одноименных точечных заряда величиной $2 \cdot 10^{-7}$ Кл и $1,5 \cdot 10^{-7}$ Кл находятся на расстоянии 1 м друг от друга. Какую работу совершили электрические силы, чтобы сблизить заряды до 10 см?

4.214. На сколько изменится кинетическая энергия заряда $q_1 = 1$ нКл при его движении по действию поля точечного заряда $q_2 = 1$ мкКл из точки, удаленной на 3 см от этого заряда, в точку, отстоящую на 10 см от него? Начальная скорость заряда q_1 равна нулю.

4.215. Шарик массой m и зарядом q перемещается из точки поля, потенциал которой равен φ , в точку, потенциал которой равен нулю. Чему была равна скорость шарика в первой точке, если во второй она стала равной V ?

4.216. Электрон вылетает из точки, потенциал которой 600 В, со скоростью $1,2 \cdot 10^{-7}$ м/с в направлении линий напряженности электрического поля. Определите потенциал точки поля, в которой скорость электрона будет равна нулю.

4.217. Какую работу нужно совершить, чтобы переместить заряд 10^{-7} Кл внутрь металлической заряженной сферы радиусом 15 см, имеющий заряд $7 \cdot 10^{-7}$ Кл, из точки, находящейся на расстоянии 25 см от поверхности сферы?

4.218. Протон, летящий по направлению к неподвижному ядру двукратно ионизированного атома гелия, в некоторой точке поля ядра с напряженностью $E = 100$ В/см имеет скорость 10^4 м/с. На какое расстояние протон сможет приблизиться к ядру? Заряд протона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его масса $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг.

4.219. Электрон влетает в однородное поле напряженностью $E = 120$ В/м и движется по направлению силовых линий. Какое расстояние он пролетит до полной остановки, если его начальная скорость равна 10^6 м/с. Сколько времени электрон будет двигаться до остановки.

4.220. В пространство, где одновременно действуют горизонтальное и вертикальное электрические поля с напряженностью соответственно $E_1 = 3 \cdot 10^2$ В/м и $E_2 = 4 \cdot 10^2$ В/м, вдоль силовой линии влетает электрон со скоростью V . Электрон пролетел в поле на расстояние $l = 5$ мм и при этом его скорость изменилась в 4 раза. Определите конечную скорость электрона.

4.221. Электрон, летящий горизонтально со скоростью $2 \cdot 10^6$ м/с, влетает в однородное электрическое поле напряженностью $E = 100$ В/см, направленное вертикально вниз. Какова будет по модулю и направлению скорость электрона через 1 нс?

4.222. По кольцу радиусом R равномерно распределен заряд Q . Определить потенциал φ в центре кольца, а также φ_A в точке А, отстоящей на расстоянии h от центра кольца по перпендикуляру к его плоскости.

4.223. Две концентрические металлические сферы радиусом R_1 и R_2 ($R_2 > R_1$) имеют заряды Q_1 и Q_2 . Найти зависимость потенциала поля от расстояния r до центра сфер.

4.224. Два проводящих шарика радиусами r и R соединены длинным проводником. Найти отношение зарядов q и Q и отношение поверхностных плотностей зарядов шариков σ_1 и σ_2 , если системе сообщен некоторый заряд.

4.225. В одну большую каплю сливают n одинаковых капелек ртути, заряженных до потенциала φ . Каков будет потенциал Φ этой капли? Считать, что капли имеют сферическую форму.

4.226. Определить скорость электрона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов $U = 10$ В. Начальная скорость электрона равна нулю. Отношение модуля заряда электрона к его массе $q/m = 1,758 \cdot 10^{11}$ Кл/кг.

4.227. В плоский конденсатор длиной $L = 5$ см влетает электрон под углом $\alpha = 15^\circ$ к пластинам. Энергия электрона $W = 2,4 \cdot 10^{-16}$ Дж. Расстояние между пластинами $d = 1$ см. Определить напряжение на пластинах конденсатора U , при котором электрон при выходе из пластин будет двигаться параллельно им.

4.228. Небольшое тело, заряженное зарядом $+q_1$, закреплено на неподвижной электроизолирующей подставке. На какое минимальное расстояние r к нему сможет приблизиться

достаточно удаленный от него шарик массой m и зарядом $+q_2$, если начальная скорость шарика v_0 ?

4.229. Два маленьких шарика с массами m_1 и m_2 и одноименными зарядами q_1 и q_2 движутся из бесконечности со скоростями v_1 и v_2 , направленными вдоль одной прямой навстречу друг другу. На какое минимальное расстояние r они смогут сблизиться?

4.230. Электрон двигавшийся со скоростью $5 \cdot 10^6$ м/с, влетает в параллельное его движению электрическое поле напряженностью $1 \cdot 10^3$ В/м. Какую долю своей первоначальной кинетической энергии потеряет электрон, двигаясь в этом поле, если электрическое поле обрывается на расстоянии 0,8 см пути электрона?

4.231. С какой скоростью достигают анода электронной лампы электроны, испускаемые катодом, если напряжение между катодом и анодом равно 200 В? Начальной скоростью электронов можно пренебречь.

4.232. Электрон вылетает из точки, потенциал которой $\varphi = 600$ В, со скоростью $v = 12 \cdot 10^6$ м/с в направлении силовых линий поля. Определить потенциал точки, дойдя до которой, электрон остановится.

4.233. Электрон влетает параллельно пластинам в плоский конденсатор, поле в котором $E = 60$ В/см. Найти изменение модуля скорости электрона к моменту вылета его из конденсатора, если начальная скорость $v_0 = 2 \cdot 10^7$ м/с, а длина пластины конденсатора $l = 6$ см.

4.234. Два электрона, находящиеся на бесконечно большом расстоянии один от другого, начинают двигаться навстречу друг другу, причем скорости их v_0 в этот момент одинаковы по величине и противоположны по направлению. Определить наименьшее расстояние между электронами, если $v_0 = 10^6$ м/с; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; $m = 9 \cdot 10^{-31}$ кг.

Тема 6

- 4.235. Вычислить электрический момент p диполя, если его заряд $Q = 10$ нКл, плечо $l = 0,5$ см.
- 4.236. Расстояние l между зарядами $Q = \pm 3,2$ нКл диполя равно 12 см. Найти напряженность E и потенциал φ поля созданного диполем в точке, удаленной на $r = 8$ см как от первого, так и от второго заряда.
- 4.237. Расстояние d между пластинами плоского конденсатора равно 2 мм, разность потенциалов $U = 1,8$ кВ. Диэлектрик — стекло ($\varepsilon = 5$). Определить диэлектрическую восприимчивость χ стекла и поверхностную плотность σ' поляризационных (связанных) зарядов на поверхности стекла.
- 4.238. Металлический шар радиусом $R = 10$ см окружен равномерно слоем эбонита ($\varepsilon = 3$) толщиной $d = 2$ см. Определить поверхностные плотности σ'_1 и σ'_2 связанных зарядов соответственно на внутренней и внешней поверхностях диэлектрика. Заряд Q шара равен 10 нКл.
- 4.239. Эбонитовая ($\varepsilon = 3$) плоскопараллельная пластина помещена в однородное электрическое поле напряженностью $E_0 = 2$ МВ/м. Грани пластины перпендикулярны линиям напряженности. Определить поверхностную плотность σ' связанных зарядов на гранях пластины.
- 4.240. Определить, при какой напряженности E среднего макроскопического поля в диэлектрике ($\varepsilon = 3$) поляризованность P достигнет значения, равного 200 мкКл/м².
- 4.241. Определить поляризованность P стекла, ($\varepsilon = 7$) помещенного во внешнее электрическое поле напряженностью $E_0 = 5$ МВ/м.
- 4.242. Определить емкость C плоского слюдяного ($\varepsilon = 7$) конденсатора, площадь S пластин которого равна 100 см², а расстояние между ними равно $0,1$ мм.
- 4.243. Между пластинами плоского конденсатора, заряженного до разности потенциалов $U = 600$ В, находятся два слоя диэлектриков: фарфора ($\varepsilon = 5$) толщиной $d_1 = 7$ мм и стекла ($\varepsilon = 7$) толщиной $d_2 = 3$ мм. Площадь S каждой пластины конденсатора равна 200 см². Найти: 1) емкость C конденсатора; 2) смещение D , напряженность E поля и падение потенциала $\Delta\varphi$ в каждом слое.
- 4.244. Расстояние d между пластинами плоского конденсатора равно $1,33$ мм, площадь S пластин равна 20 см². В пространстве между пластинами конденсатора находятся два слоя диэлектриков: слюды ($\varepsilon = 7$) толщиной $d_1 = 0,7$ мм и эбонита ($\varepsilon = 3$) толщиной $d_2 = 0,3$ мм. Определить емкость C конденсатора.
- 4.245. В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина ($\varepsilon = 2$) толщиной $d = 1$ см, которая вплотную прилегает к его пластинам. Насколько нужно увеличить расстояние между пластинами, чтобы получить прежнюю емкость?

4.246. Электроемкость C плоского конденсатора равна $1,5$ мкФ. Расстояние d между пластинами равно 5 мм. Какова будет электроемкость C конденсатора, если на нижнюю пластину положить лист эбонита ($\varepsilon = 3$) толщиной $d_1 = 3$ мм?

4.247. Между пластинами плоского конденсатора находится плотно прилегающая стеклянная ($\varepsilon = 7$) пластинка. Конденсатор заряжен до разности потенциалов $U_1 = 100$ В. Какова будет разность потенциалов U_2 , если вытащить стеклянную пластинку из конденсатора?

4.248. Найти электроемкость C уединенного металлического шара радиусом $R = 10$ см.

4.249. Определить электроемкость C металлической сферы радиусом $R = 2$ см, погруженной в парафин ($\varepsilon = 2$).

4.250. Определить электроемкость C луны, принимая ее за шар радиусом $R = 1740$ км.

4.251. Два металлических шара радиусами $R_1 = 6$ см и $R_2 = 18$ см соединены проводником, емкостью которого можно пренебречь. Шарам сообщен заряд $Q = 2$ нКл. Найти поверхностные плотности σ зарядов на шарах.

4.252. Шар радиусом $R_1 = 5$ см заряжен до потенциала $\varphi_1 = 100$ В, а шар радиусом $R_2 = 2$ см — до потенциала $\varphi_2 = 500$ В. Определить потенциал φ шаров после того, как их соединили металлическим проводником. Емкостью соединительного проводника пренебречь.

4.253. Шар радиусом $R = 5$ см, имеющий заряд $q = 50$ нКл, помещен в масло ($\varepsilon = 3$). Построить график зависимости $U = f(L)$ для точек поля, расположенных от поверхности шара на расстояниях L , равных $1, 2, 3, 4$ и 5 см.

4.254. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора $S = 0,01$ м². расстояние между ними $d = 5$ мм. К пластинам приложена разность потенциалов $U_1 = 300$ В. После отключения конденсатора от источника напряжения пространство между пластинами заполняется эбонитом ($\varepsilon = 2$). Какова будет разность потенциалов U_2 между пластинами после заполнения? Найти емкости конденсатора C_1 и C_2 и поверхностные плотности заряда σ_1 и σ_2 на пластинах до и после заполнения.

4.255. Площадь пластин плоского конденсатора $S = 0,01$ м², расстояние между ними $d = 1$ см. К пластинам приложена разность потенциалов $U = 300$ В. В пространстве между пластинами находятся плоскопараллельная пластинка стекла ($\varepsilon = 7$) толщиной $d_1 = 0,5$ см и плоскопараллельная пластинка парафина ($\varepsilon = 2$) толщиной $d_2 = 0,5$ см. Найти напряженности E_1 и E_2 электрического поля и падения потенциала U_1 и U_2 в каждом слое. Каковы будут при этом емкость C конденсатора и поверхностная плотность заряда σ на пластинах?

4.256. Между пластинами плоского конденсатора, находящимися на расстоянии $d = 1$ см друг от друга, приложена разность потенциалов $U = 100$ В. К одной из пластин прилегает плоскопараллельная пластинка слюды ($\varepsilon = 7$) толщиной $d_0 = 9$ мм. После отключения конденсатора от источника напряжения пластинку слюды вынимают. Какова будет после этого разность потенциалов U между пластинами конденсатора?

4.257. Плоский конденсатор заполнен диэлектриком и на его пластины подана некоторая разность потенциалов. Его энергия при этом $W = 30$ мкДж. После того как конденсатор отключили от источника напряжения, диэлектрик вынули из конденсатора. Работа, кото-

рую надо было совершить против сил электрического поля, чтобы вынуть диэлектрик, $A = 60$ мкДж. Найти диэлектрическую проницаемость ϵ диэлектрика.

4.258. На пластины плоского конденсатора, расстояние между которыми $d = 3$ см, подана разность потенциалов $U = 1$ кВ. Пространство между пластинами заполняется диэлектриком ($\epsilon = 7$). Найти поверхностную плотность связанных (поляризационных) зарядов σ' . Насколько изменяется поверхностная плотность заряда на пластинах при заполнении конденсатора диэлектриком? Задачу решить, если заполнение конденсатора диэлектриком производится: а) до отключения конденсатора от источника напряжения; б) после отключения конденсатора от источника напряжения.

4.259. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено диэлектриком, диэлектрическая восприимчивость которого $\chi = 0,08$. Расстояние между пластинами $d = 5$ мм. На пластины конденсатора подана разность потенциалов $U = 4$ кВ. Найти поверхностную плотность связанных зарядов σ' на диэлектрике и поверхностную плотность заряда σ на пластинах конденсатора.

4.260. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено стеклом ($\epsilon = 7$). Расстояние между пластинами $d = 4$ мм. На пластины конденсатора подана разность потенциалов $U = 1,2$ кВ. Найти: а) напряженность E поля в стекле; б) поверхностную плотность заряда σ на пластинах конденсатора; в) поверхностную плотность связанных зарядов σ' на стекле; г) диэлектрическую восприимчивость χ стекла.

4.261. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено маслом ($\epsilon = 5$). Расстояние между пластинами $d = 1$ см. Какую разность потенциалов U надо подать на пластины конденсатора, чтобы поверхностная плотность связанных зарядов на масле была равна $\sigma' = 6,2$ мкКл/м²?

4.262. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено стеклом. Площадь пластин конденсатора $S = 0,01$ м². Пластины конденсатора притягиваются друг к другу с силой $F = 4,9$ мН. Найти поверхностную плотность связанных зарядов σ' на стекле.

4.263. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено диэлектриком. Расстояние между пластинами $d = 2$ мм. На пластины конденсатора подана разность потенциалов $U_1 = 0,6$ кВ. Если, отключив источник напряжения, вынуть диэлектрик из конденсатора, то разность потенциалов на пластинах конденсатора возрастет до $U_2 = 1,8$ кВ. Найти поверхностную плотность связанных зарядов σ' на диэлектрике и диэлектрическую восприимчивость χ диэлектрика.

4.264. Пространство между пластинами плоского конденсатора объемом $V = 20$ см³ заполнено диэлектриком ($\epsilon = 5$). Пластины конденсатора присоединены к источнику напряжения. При этом поверхностная плотность связанных зарядов на диэлектрике, $\sigma' = 8 \cdot 10^{-5}$ мкКл/м². Какую работу A надо совершить против сил электрического поля, чтобы удалить диэлектрик из конденсатора? Задачу решить, если удаление диэлектрика производится до отключения источника напряжения.

4.265. Медный шар радиусом $R = 0,5$ см помещен в масло ($\epsilon = 5$). Плотность масла $\rho_m = 0,8 \cdot 10^3$ кг/м³. Найти заряд q шара, если в однородном электрическом поле шар оказался взвешенным в масле. Электрическое поле направлено вертикально вверх и его напряженность $E = 3,6$ МВ/м. Плотность меди $\rho = 8,6 \cdot 10^3$ кг/см³.

4.266. В плоском горизонтально расположенном конденсаторе заряженная капелька ртути находится в равновесии при напряженности электрического поля $E = 60$ кВ/м. Заряд капли $q = 2,4$ нКл. Найти радиус R капли.

4.267. Пространство между пластинами плоского конденсатора объемом $V=20$ см³ заполнено диэлектриком ($\epsilon = 5$). Пластины конденсатора присоединены к источнику напряжения. При этом поверхностная плотность связанных зарядов на диэлектрике, $\sigma' = 8,35$ мкКл/м². Какую работу A надо совершить против сил электрического поля, чтобы удалить диэлектрик из конденсатора? Задачу решить, если удаление диэлектрика производится: а) до отключения источника напряжения; б) после отключения источника напряжения.

4.268. Восемь заряженных водяных капель радиусом $r = 1$ мм и зарядом $q = 0,1$ нКл каждая сливаются в одну общую водяную каплю. Найти потенциал ϕ большой капли.

4.269. Два шарика одинаковых радиуса $R = 1$ см и массы $m = 40$ мг подвешены на нитях одинаковой длины так, что их поверхности соприкасаются. Когда шарики зарядили, нити разошлись на некоторый угол и сила натяжения нитей стала равной $T = 490$ мкН. Найти потенциал ϕ заряженных шариков, если известно, что расстояние от центра каждого шарика до точки подвеса $l = 10$ см.

4.270. Шарик, заряженный до потенциала $\phi = 792$ В, имеет поверхностную плотность заряда $\sigma = 333$ нКл/м². Найти радиус r шарика.

4.271. Найти соотношение между радиусом шара R и максимальным потенциалом ϕ , до которого он может быть заряжен в воздухе, если при нормальном давлении разряд в воздухе наступает при напряженности электрического поля $E_0 = 3$ МВ/м. Каким будет максимальный потенциал ϕ шара диаметром $D = 1$ м?

4.272. Каким будет потенциал ϕ шара радиусом $r = 3$ см, если: а) сообщить ему заряд $q = 1$ нКл. б) окружить его концентрическим шаром радиусом $R = 4$ см, соединенным с землей?

4.273. Внутренний цилиндрический проводник длинного прямолинейного коаксиального провода радиусом $R_1 = 1,5$ мм заряжен с линейной плотностью $\tau_1 = 0,2$ нКл/м. Внешний цилиндрический проводник этого провода радиусом $R_2 = 3$ мм заряжен с линейной плотностью $\tau_2 = -0,15$ нКл/м. Пространство между проводниками заполнено резиной $\epsilon = 3$. Определите напряженность электростатического поля в точках, лежащих от оси провода на расстояниях: 1) $r_1 = 1$ мм; 2) $r_2 = 2$ мм; 3) $r_3 = 5$ мм.

4.274. Определите поверхностную плотность зарядов на пластинах плоского слюдяного ($\epsilon=7$) конденсатора, заряженного до разности потенциалов $U = 200$ В, если расстояние между его пластинами равно $d = 0,5$ мм.

4.275. В однородное электростатическое поле напряженностью $E_0 = 700$ В/м перпендикулярно полю помещается бесконечная плоскопараллельная стеклянная ($\epsilon = 7$) пластина. Определите: 1) напряженность электростатического поля внутри пластины; 2) электрическое смещение внутри пластины; 3) поляризованность стекла; 4) поверхностную плотность связанных зарядов на стекле.

4.276. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено парафином ($\epsilon=2$). Расстояние между пластинами $d = 8,85$ мм. Какую разность потенциалов необходи-

мо подать на пластины, чтобы поверхностная плотность связанных зарядов на парафине составляла $0,1 \text{ нКл/см}^2$?

4.277. Расстояние между пластинами плоского конденсатора $d = 5 \text{ мм}$. После зарядки конденсатора до разности потенциалов $U = 500 \text{ В}$ между пластинами конденсатора вдвинули стеклянную пластинку ($\varepsilon=7$). Определите: 1) диэлектрическую восприимчивость стекла; 2) поверхностную плотность связанных зарядов на стеклянной пластинке.

4.278. Определить поверхностную плотность связанных зарядов на слюдяной пластинке ($\varepsilon=7$) толщиной $d = 1 \text{ мм}$, служащей изолятором плоского конденсатора, разность потенциалов между пластинами конденсатора $U = 300 \text{ В}$.

4.279. Между пластинами плоского конденсатора помещено два слоя диэлектрика — слюдяная пластинка ($\varepsilon_1 = 7$) толщиной $d_1 = 1 \text{ мм}$ и парафин ($\varepsilon_2 = 2$) толщиной $d_2 = 0,5 \text{ мм}$. Определите: 1) напряженности электростатических полей в слоях диэлектрика; 2) электрическое смещение, если разность потенциалов между пластинами конденсатора $U = 500 \text{ В}$.

4.280. Расстояние между пластинами плоского конденсатора составляет $d = 1 \text{ см}$, разность потенциалов $U = 200 \text{ В}$. Определите поверхностную плотность σ' связанных зарядов эбонитовой пластинки ($\varepsilon = 3$) толщиной $d = 8 \text{ мм}$, помещенной на нижнюю пластину конденсатора.

4.281. Расстояние между пластинами плоского конденсатора $d = 5 \text{ мм}$, разность потенциалов $U = 1,2 \text{ кВ}$. Определите: 1) поверхностную плотность заряда на пластинах конденсатора; 2) поверхностную плотность связанных зарядов на диэлектрике, если известно, что диэлектрическая восприимчивость диэлектрика, заполняющего пространство между пластинами, $\chi = 1$.

4.282. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено стеклом ($\varepsilon = 7$). Расстояние между пластинами $d = 5 \text{ мм}$, разность потенциалов $U = 1 \text{ кВ}$. Определите: 1) напряженность поля в стекле; 2) поверхностную плотность заряда на пластинах конденсатора; 3) поверхностную плотность связанных зарядов на стекле.

4.283. Определите расстояние между пластинами плоского конденсатора, если между ними приложена разность потенциалов $U = 150 \text{ В}$, причем площадь каждой пластины $S = 100 \text{ см}^2$, ее заряд $Q = 10 \text{ нКл}$. Диэлектриком является слюда ($\varepsilon = 7$).

4.284. К пластинам плоского воздушного конденсатора приложена разность потенциалов $U_1 = 500 \text{ В}$. Площадь пластин $S = 200 \text{ см}^2$, расстояние между ними $d = 1,5 \text{ мм}$. После отключения конденсатора от источника напряжения в пространство между пластинами внесли парафин ($\varepsilon = 2$). Определите разность потенциалов U_2 между пластинами после внесения диэлектрика. Определите также емкости конденсатора C_1 и C_2 до и после внесения диэлектрика.

4.285. Плоский воздушный конденсатор емкостью $C = 10 \text{ пФ}$ заряжен до разности потенциалов $U_1 = 500 \text{ В}$. После отключения конденсатора от источника напряжения расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в 3 раза. Определить: 1) разность потенциалов на обкладках конденсатора после их раздвижения; 2) работу внешних сил по раздвижению пластин.

4.286. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено стеклом ($\varepsilon = 7$). Расстояние между пластинами $d = 5$ мм, разность потенциалов $U = 1$ кВ. Определите: 1) напряженность поля в стекле; 2) поверхностную плотность заряда на пластинах конденсатора; 3) поверхностную плотность связанных зарядов на стекле.

4.287. Определите расстояние между пластинами плоского конденсатора, если между ними приложена разность потенциалов $U = 150$ В, причем площадь каждой пластины $S = 100$ см², ее заряд $Q = 10$ нКл. Диэлектриком является слюда ($\varepsilon = 7$).

4.288. К пластинам плоского воздушного конденсатора приложена разность потенциалов $U_1 = 500$ В. Площадь пластин $S = 200$ см², расстояние между ними $d = 1,5$ мм. После отключения конденсатора от источника напряжения в пространство между пластинами внесли парафин ($\varepsilon = 2$). Определите разность потенциалов U_2 между пластинами после внесения диэлектрика. Определите также емкости конденсатора C_1 и C_2 до и после внесения диэлектрика.

4.289. Определите поверхностную плотность заряда, создающего вблизи поверхности Земли напряженность $E = 200$ В/м.

4.290. Под действием электрического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости точечный заряд $q = 1$ нКл переместился вдоль силовой линии на расстояние $r = 1$ см; при этом совершена работа 5 мкДж. Определить поверхностную плотность заряда на плоскости.

4.291. Плоский конденсатор емкостью $C = 10^{-10}$ Ф заполнен диэлектриком с проницаемостью $\varepsilon = 3$. Конденсатор заряжен до разности потенциалов $U = 600$ В и отключен от источника напряжения. Какую работу нужно совершить, чтобы вынуть диэлектрик из конденсатора? Трением пренебречь.

4.292. Между обкладками плоского конденсатора находится парафиновая пластинка $\varepsilon = 2$. Емкость конденсатора $C = 4$ мкФ, его заряд $q = 0,2$ мКл. Какую работу нужно совершить, чтобы вытащить пластинку из конденсатора?

4.293. Плоский воздушный конденсатор с расстоянием между обкладками $d_0 = 3$ см, с площадью обкладок $S = 60$ см² каждая, присоединен к источнику постоянного напряжения $U = 2000$ В. Параллельно пластинам конденсатора вводится металлическая пластина толщиной $d = 1$ см. Какую работу совершают силы поля и каково будет изменение энергии конденсатора, если пластинку вставлять в заряженный конденсатор, отключенный от источника?

4.294. Часть пространства между обкладками конденсатора заполнили диэлектриком с известной диэлектрической проницаемостью ε (см. рис.). Определить емкость C конденсатора с диэлектриком. Расстояние между обкладками конденсатора d , площадь пластин заполненной части S_1 , незаполненной — S_2 .

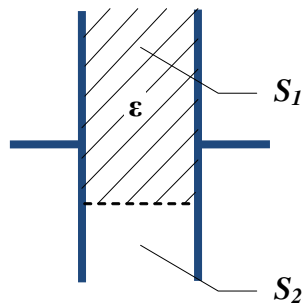


Рис. к зад. 4.294

- 4.295. Два воздушных конденсатора, емкость каждого из которых C , соединены параллельно между собой и заряжены до напряжения U_0 . Каким будет напряжение U на конденсаторах и заряды q_1 и q_2 на них, если пространство между обкладками второго конденсатора заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ ?
- 4.296. Сосуд с маслом, диэлектрическая проницаемость которого $\epsilon = 5$, помещен в вертикальное однородное электрическое поле. В масле находится во взвешенном состоянии алюминиевый шарик диаметром $d = 3$ мм, имеющий заряд $q = 10^{-7}$ Кл. Определить напряженность внешнего электрического поля E , если плотность алюминия $\rho_{ал} = 2,6 \cdot 10^3$ кг/м³, а масла $\rho_{ал} = 0,9 \cdot 10^3$ кг/м³.
- 4.297. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектриков: стекла толщиной $d_1 = 1$ см и парафина толщиной $d_2 = 2$ см. Разность потенциалов между обкладками $U = 3000$ В. Определить напряженность поля E и падение потенциала в каждом из слоёв. Диэлектрическая проницаемость стекла $\epsilon_1 = 7$, парафина $\epsilon_2 = 2$.
- 4.298. Два одинаковых конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику Э.Д.С. Во сколько раз изменится разность потенциалов на одном из конденсаторов, если другой погрузить в жидкость с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 7$?
- 4.299. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов $U = 60$ В и отключен от источника электрического тока. После этого внутрь конденсатора параллельно обкладкам вводится пластинка из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Толщина пластинки в два раза меньше величины зазора между обкладками конденсатора. Чему равна разность потенциалов между обкладками конденсатора после введения диэлектрика?
- 4.300. Два одинаковых плоских воздушных конденсатора соединены последовательно и подключены к источнику Э.Д.С. Внутри одного из них вносят диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ϵ . Диэлектрик заполняет все пространство между обкладками. Как и во сколько раз изменится напряженность электрического поля в этом конденсаторе?
- 4.301. Вблизи Земли напряженность электрического поля около 130 В/м. Найти заряд Земли и электрический потенциал поверхности, если радиус $R = 6400$ км.
- 4.302. Проводящий шар В находится в электрическом поле шара А. Является ли при этом поверхность шара В эквипотенциальной поверхностью?
- 4.303. Чему равны напряженность поля и потенциал внутри заряженного шарового проводника?

4.304. Внутри поллой тонкостенной сферы радиусом R находится сфера радиусом r . Сфере радиусом R сообщается заряд Q , а сфере радиусом r — заряд q . Определить потенциалы поверхностей сфер.

4.305. Металлический шар радиусом $R_1 = 2$ см несет на себе заряд $q_1 = 1,33 \cdot 10^{-8}$ Кл. Шар окружен концентрической металлической оболочкой радиусом $R_2 = 5$ см заряд который равен $q_2 = -2 \cdot 10^{-8}$ Кл. Определить напряженность и потенциал поля на расстояниях $l_1 = 1$ см, $l_2 = 4$ см, $l_3 = 6$ см от центра шара.

4.306. Металлический шар радиусом R_1 , заряженный до потенциала φ , окружают сферической проводящей оболочкой радиусом R_2 . Как изменился потенциал шара после того как он будет на короткое время соединен проводником с оболочкой?

Тема 7

4.307. На пластинах плоского конденсатора равномерно распределен заряд с поверхностной плотностью $\sigma = 0,2$ мкКл/м². Расстояние d между пластинами равно 1 мм. На сколько изменится разность потенциалов на его обкладках при увеличении расстояния d между пластинами до 3 мм?

4.308. Два конденсатора емкостями $C_1 = 3$ мкФ и $C_2 = 6$ мкФ соединены между собой и присоединены к батарее с ЭДС $\varepsilon = 120$ В. Определить заряды Q_1 и Q_2 конденсаторов и разности потенциалов U_1 и U_2 между их обкладками, если конденсаторы соединены: 1) параллельно; 2) последовательно.

4.309. Конденсатор емкостью $C_1 = 0,2$ мкФ был заряжен до разности потенциалов $U_1 = 320$ В. После того как его соединили параллельно со вторым конденсатором, заряженным до разности потенциалов $U_2 = 450$ В, напряжение U на нем изменилось до 400 В. Вычислить емкость C_2 второго конденсатора.

4.310. Конденсатор емкостью $C_1 = 0,6$ мкФ был заряжен до разности потенциалов $U_1 = 300$ В и соединен со вторым конденсатором емкостью $C_2 = 0,4$ мкФ, заряженным до разности потенциалов $U_2 = 150$ В. Найти заряд ΔQ , перетекший с пластин первого конденсатора на второй.

4.311. Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Емкость C такой батареи конденсаторов равна 89 пФ. Площадь S каждой пластины равна 100 см². Диэлектрик — стекло ($\varepsilon = 7$). Какова толщина d стекла?

4.312. Конденсаторы соединены так, как это показано на рис. Емкости конденсаторов: $C_1 = 0,2$ мкФ, $C_2 = 0,1$ мкФ, $C_3 = 0,3$ мкФ, $C_4 = 0,4$ мкФ. Определить емкость C батареи конденсаторов.

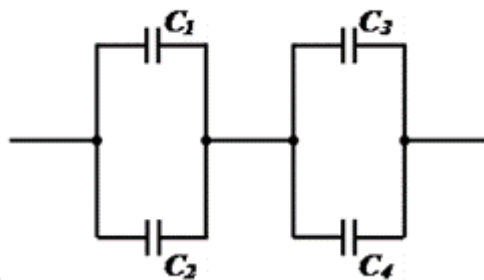


Рис. к зад. 4.312

4.313. Конденсаторы емкостями $C_1 = 0,2$ мкФ, $C_2 = 0,6$ мкФ, $C_3 = 0,3$ мкФ, $C_4 = 0,5$ мкФ соединены так, как это указано на рис. Разность потенциалов U между точками A и B равна 320 В. Определить разность потенциалов U_i и заряд Q_i на пластинах каждого конденсатора ($i = 1, 2, 3, 4$).

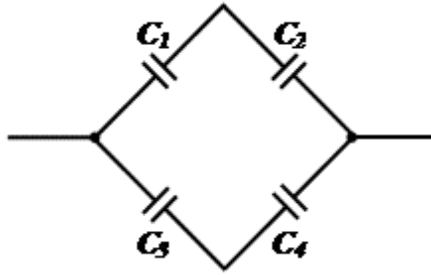


Рис. к зад. 4.313

4.314. Конденсаторы емкостями $C_1 = 10$ нФ, $C_2 = 40$ нФ, $C_3 = 2$ нФ и $C_4 = 30$ нФ соединены так, как это показано на рис. Определить емкость C соединения конденсаторов.

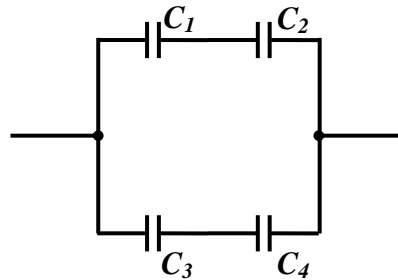


Рис. к зад. 4.314

4.315. Конденсаторы емкостями $C_1 = 2$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ и $C_4 = 1$ мкФ соединены так, как это показано на рис. Разность потенциалов на обкладках четвертого конденсатора $U_4 = 100$ В. Найти заряды и разности потенциалов на обкладках каждого конденсатора, а также общий заряд и разность потенциалов батареи конденсаторов.

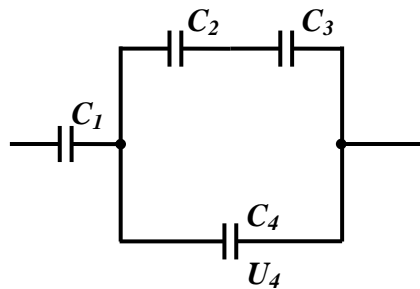


Рис. к зад. 4.315

4.316. Расстояние d между пластинами плоского конденсатора равно 2 см, разность потенциалов $U = 6$ кВ. Заряд Q каждой пластины равен 10 нКл. Вычислить энергию W поля конденсатора и силу F взаимного притяжения пластин.

4.317. Какое количество теплоты Q выделится при разряде плоского конденсатора, если разность потенциалов U между пластинами равна 15 кВ, расстояние $d = 1$ мм, диэлектрик — слюда ($\epsilon = 7$) и площадь S каждой пластины равна 300 см²?

4.318. Сила F притяжения между пластинами плоского воздушного конденсатора равна 50 мН. Площадь S каждой пластины равна 200 см². Найти плотность энергии ω поля конденсатора.

4.319. Плоский воздушный конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом $r = 10$ см каждая. Расстояние d_1 между пластинами равно 1 см. Конденсатор зарядили до разности потенциалов $U = 1,2$ кВ и отключили от источника тока. Какую работу A нужно совершить, чтобы, удаляя пластины друг от друга, увеличить расстояние между ними до $d_2 = 2$ см?

4.320. Плоский воздушный конденсатор электроемкостью $C = 1,11$ нФ заряжен до разности потенциалов $U = 300$ В. После отключения от источника тока расстояние между пластинами конденсатора было увеличено в пять раз. Определить: 1) разность потенциалов U на обкладках конденсатора после их раздвижения; 2) работу A внешних сил по раздвижению пластин.

4.321. Конденсатор электроемкостью $C_1 = 600$ пФ зарядили до разности потенциалов $U = 1,5$ кВ и отключили от источника тока. Затем к конденсатору присоединили параллельно второй, незаряженный конденсатор электроемкостью $C_2 = 400$ пФ. Определить энергию, израсходованную на образование искры, проскочившей при соединении конденсаторов.

4.322. Конденсаторы электроемкостями $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $C_3 = 3$ мкФ включены в цепь с напряжением $U = 1,1$ кВ. Определить энергию каждого конденсатора в случаях: 1) последовательного их включения; 2) параллельного включения.

4.323. Электроемкость C плоского конденсатора равна 100 пФ. Диэлектрик — фарфор ($\epsilon = 5$). Конденсатор зарядили до разности потенциалов $U = 600$ В и отключили от источника напряжения. Какую работу A нужно совершить, чтобы вынуть диэлектрик из конденсатора? Трение пренебрежимо мало.

4.324. Найти энергию W уединенной сферы радиусом $R = 4$ см, заряженной до потенциала $\varphi = 500$ В.

4.325. Вычислить энергию W электростатического поля металлического шара, которому сообщен заряд $Q = 100$ нКл, если диаметр d шара равен 20 см.

4.326. Найти емкость C земного шара. Считать радиус земного шара $R = 6400$ км. На сколько изменится потенциал земного шара, если ему сообщить заряд $q = 1$ Кл?

4.327. Шарик радиусом $R = 2$ см заряжается отрицательно до потенциала $\varphi = -2$ кВ, Найти массу m всех электронов, составляющих заряд, сообщенный шару.

4.328. Десять заряженных водяных капель радиусом $r = 1$ мм и зарядом $q = 0,1$ нКл каждая сливаются в одну общую водяную каплю. Найти потенциал φ большой капли.

4.329. Радиус внутреннего шара воздушного сферического конденсатора $r = 1$ см, радиус внешнего шара $R = 4$ см. Между шарами приложена разность потенциалов $U = 3$ кВ. Найти напряженность E электрического поля на расстоянии $x = 3$ см от центра шаров.

4.330. Разность потенциалов между точками A и B (см. рис.) $U = 6$ В. Емкость первого конденсатора $C_1 = 2$ мкФ и емкость второго конденсатора $C_2 = 4$ мкФ. Найти заряды q_1 и q_2 и разности потенциалов U_1 и U_2 на обкладках каждого конденсатора.

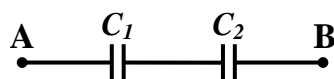


Рис. к зад. 4.330

4.331. В каких пределах может меняться емкость C системы, состоящей из двух конденсаторов, если емкость одного из конденсаторов постоянна и равна $C_1 = 3,33$ нФ, а емкость C_2 другого изменяется от 22,2 пФ до 555,5 пФ? Задачу решить: а) при параллельном, б) при последовательном включении.

4.332. В каких пределах может изменяться емкость C системы, состоящей из двух конденсаторов переменной емкости, если ёмкость C_i каждого из них изменяется от 10 до 450 пФ? Задачу решить: а) при параллельном, б) при последовательном включении.

4.333. Шар радиусом $R = 1$ м заряжен до потенциала $\varphi = 30$ кВ. Найти энергию W заряженного шара.

4.334. Шар, погруженный в керосин ($\varepsilon = 2$), имеет потенциал $\varphi = 4,5$ кВ и поверхностную плотность заряда $\sigma = 11,3$ мкКл/м². Найти радиус R , заряд q , емкость C и энергию W шара.

4.335. Два металлических шарика, первый с зарядом $q_1 = 10$ нКл и радиусом $R_1 = 3$ см и второй с потенциалом $\varphi_2 = 9$ кВ и радиусом $R_2 = 2$ см, соединены проволочкой, емкостью которой можно пренебречь. Найти: а) потенциал φ_1 первого шарика до разряда; б) заряд q_2 второго шарика до разряда; в) энергии W_1 и W_2 каждого шарика до разряда; г) заряд q'_1 , потенциал φ'_1 , первого шарика после разряда; д) заряд q'_2 , и потенциал φ'_2 , второго шарика после разряда; е) энергию W соединенных проводником шариков; ж) работу A разряда.

4.336. Заряженный шар 1 радиусом $R_1 = 2$ см приводится в соприкосновение с незаряженным шаром 2, радиус которого $R_2 = 3$ см. После того как шары разъединили, энергия шара 2 оказалась равной $W_2 = 0,4$ Дж. Какой заряд q_1 был на шаре 1 до соприкосновения с шаром 2?

4.337. Пластины плоского конденсатора площадью $S = 0,01$ м² каждая притягиваются друг к другу с силой $F = 30$ мН. Пространство между пластинами заполнено слюдой ($\varepsilon = 7$). Найти заряды q , находящиеся на пластинах, напряженность E поля между пластинами и объемную плотность энергии ω_0 поля.

4.338. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора $S = 0,01$ м², расстояние между ними $d = 5$ мм. Какая разность потенциалов U была приложена к пластинам конденсатора если известно, что при разряде конденсатора выделилось $Q = 4,19$ мДж тепла?

4.339. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора $S = 0,01$ м², расстояние между ними $d = 5$ см. К пластинам конденсатора приложена разность потенциалов $U = 3$ кВ. Какова будет напряженность E поля конденсатора, если, не отключая его от источника напряжения, пластины раздвинуть до расстояния $d_2 = 5$ см? Найти энергии W_1 и W_2 конденсатора до и после раздвижения пластин.

4.340. Площадь пластин плоского воздушного конденсатора $S = 0,01$ м², расстояние между ними $d_1 = 1$ мм. К пластинам конденсатора приложена разность потенциалов $U = 0,1$ кВ. Пластины раздвигаются до расстояния $d_2 = 2,5$ мм. Найти энергии W_1 и W_2 конденсатора до и после раздвижения пластин, если источник напряжения перед раздвижением: а) не отключается; б) отключается.

4.341. Разность потенциалов между точками А и В (см. рис.48) $U = 20$ В. Емкости конденсаторов соответственно равны $C_1 = 2$ мкФ и $C_2 = 6$ мкФ. Определите: 1) заряды Q_1 и Q_2 ; 2) разности потенциалов U_1 и U_2 на обкладках каждого конденсатора.

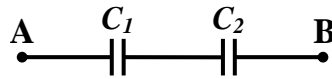


Рис. к зад. 4.341

4.342. Емкость батареи конденсаторов, образованной двумя последовательно соединенными конденсаторами, $C = 100$ пФ, а заряд $Q = 20$ нКл. Определите емкость второго конденсатора, а также разности потенциалов на обкладках каждого конденсатора, если $C_1 = 200$ пФ.

4.343. Определите емкость C батареи конденсаторов, изображенной на рис. Емкость каждого конденсатора $C_1 = 1$ мкФ.

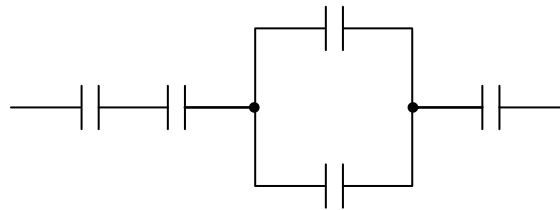


Рис. к зад. 4.343

4.344. Шар, погруженный в масло ($\epsilon = 2,2$), имеет поверхностную плотность заряда $\sigma = 1$ мкКл/м² и потенциал $\varphi = 500$ В. Определите: 1) радиус шара; 2) заряд шара; 3) емкость шара; 4) энергию шара.

4.345. В однородное электростатическое поле напряженностью $E_0 = 700$ В/м перпендикулярно полю поместили стеклянную пластинку ($\epsilon = 7$) толщиной $d = 1,5$ мм и площадью 200 см². Определите: 1) поверхностную плотность связанных зарядов на стекле; 2) энергию электростатического поля, сосредоточенную в пластине.

4.346. К пластинам плоского воздушного конденсатора приложена разность потенциалов $U_1 = 500$ В. Площадь пластин $S = 200$ см², расстояние между ними $d_1 = 1,5$ мм. Пластины раздвинули до расстояния $d_2 = 15$ мм. Найдите энергии W_1 и W_2 конденсатора до и после раздвижения пластин, если источник ЭДС перед раздвижением: 1) отключался; 2) не отключался.

4.347. Два плоских конденсатора с емкостями C_1 и C_2 заряжены до разности потенциалов U_1 и U_2 соответственно. Покажите, что при параллельном соединении этих конденсаторов их общая электростатическая энергия уменьшается. Почему это происходит?

4.348. Плоский воздушный конденсатор заряжен до разности потенциалов $\Delta\varphi = 3000$ В. Расстояние между пластинами $d = 2$ см площадь пластины $S = 100$ см². Отключив его от источника тока, увеличивают расстояние между пластинами до 5 см. Определите работу по раздвижению пластин.

4.349. Плоский воздушный конденсатор с расстоянием между обкладками $d_0 = 5$ см, площадью обкладок $S = 100$ см² каждая, присоединен к источнику постоянного напряжения $U = 1000$ В. Параллельно пластинам конденсатора вводится металлическая пластина толщиной $d = 2$ см. Какую работу совершают силы поля и каково будет изменение энергии конденсатора, если пластинку вставлять в заряженный конденсатор, отключенный от источника?

- 4.350. В пространство между обкладками воздушного конденсатора внесли параллельно пластинам металлическую пластинку толщиной a . Определить емкость C конденсатора с учетом пластинки, если расстояние между обкладками d , а площадь пластин S . Какой будет емкость C_1 конденсатора, если металлическую пластинку заменить пластинкой из диэлектрика с диэлектрической проницаемостью ϵ ?
- 4.351. Два конденсатора емкостью C_1 и C_2 соединены последовательно и подключены к источнику с напряжением U . Определить напряжение на конденсаторах.
- 4.352. Два плоских конденсатора емкостью C_1 и C_2 , обладающих зарядами q_1 и q_2 ($q_1 > q_2$), включают в замкнутую цепь так, что положительно заряженная пластина одного конденсатора соединяется с отрицательно заряженной пластиной другого. Определить заряд каждого конденсатора q_1 и q_2 в этом случае.
- 4.353. Металлическую сферу радиусом R , несущую заряд q , заземлили через проводник с большим сопротивлением. Какое количество теплоты Q выделится в проводнике? Потенциал земли принять равным нулю.
- 4.354. Две концентрические металлические пустотелые сферы радиусами R_1 и R_2 ($R_2 > R_1$) заряжены зарядами $+q$ и $-q$ соответственно. Какое количество теплоты Q выделится после соединения сфер проводником с большим сопротивлением?
- 4.355. Два металлических шара радиусом R заряжены разноименными зарядами $+q$ и $-q$. Какое количество теплоты Q выделится при соединении шаров проводником с большим сопротивлением? Расстояние между центрами шаров $L \gg R$.
- 4.356. Два шара, один диаметром $d_1 = 10$ см и зарядом $q_1 = 6 \cdot 10^{-10}$ Кл, другой $d_2 = 30$ см, $q_2 = -2 \cdot 10^{-9}$ Кл, соединяются длинной тонкой проволокой. Какой заряд переместился по ней?
- 4.357. Заряженный до потенциала $\varphi = 1000$ В шар радиусом $R = 20$ см соединяется с незаряженным шаром длинным проводником. После этого соединения потенциал шаров оказался $\varphi_1 = 300$ В. Каков радиус второго шара?
- 4.358. Два последовательно соединенных конденсатора емкостями $C_1 = 2$ мкФ и $C_2 = 4$ мкФ присоединены к источнику постоянного напряжения $U = 120$ В. Определить напряжение на каждом конденсаторе.
- 4.359. Два одинаковых плоских конденсатора соединены параллельно и заряжены до разности потенциалов $U = 150$ В. Определить разность потенциалов на конденсаторах U_1 , если после отключения их от источника тока у одного конденсатора уменьшили расстояние между пластинами в два раза.
- 4.360. Конденсатор, заряженный до напряжения 100 В, соединяется с конденсатором такой же емкости, но заряженным до 200 В: один раз одноименно заряженными обкладками, другой — разноименно заряженными обкладками. Какое напряжение установится между обкладками в обоих случаях?
- 4.361. Обкладки конденсатора с неизвестной емкостью C_1 , заряженного до напряжения $U_1 = 80$ В, соединяют с обкладками конденсатора емкостью $C_2 = 60$ мкФ, заряженного до $U_2 = 16$ В. Определить C_1 , если напряжение на конденсаторах после их соединения $U = 20$ В и конденсаторы соединяются обкладками, имеющими одноименные заряды.

4.362. Обкладки конденсатора с неизвестной емкостью C_1 , заряженного до напряжения $U_1 = 80$ В, соединяют с обкладками конденсатора емкостью $C_2 = 60$ мкФ, заряженного до $U_2 = 16$ В. Определить C_1 , если напряжение на конденсаторах после их соединения $U = 20$ В и конденсаторы соединяются обкладками, имеющими разноименные заряды.

4.363. Два конденсатора соединены последовательно. Емкости конденсаторов равны C_1 и C_2 . К какому напряжению U_{max} можно подключать эту батарею, если каждый из конденсаторов выдерживает напряжения U_1 и U_2 соответственно?

4.364. Два удаленных изолированных сферических проводника радиусов R_1 и R_2 были заряжены до потенциалов φ_1 и φ_2 соответственно. Затем их соединили тонким проводником. Чему равно изменение энергии системы? Объяснить результат.

Тема 8

- 4.365. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от $I_0 = 0$ А до $I = 3$ А в течение времени $t = 10$ с. Определить заряд Q , прошедший в проводнике.
- 4.366. Определить плотность тока j в железном проводнике длиной, $l = 10$ м, если провод находится под напряжением $U = 6$ В.
- 4.367. Катушка и амперметр соединены последовательно и присоединены к источнику тока. К зажимам катушки присоединен вольтметр сопротивлением $R_B = 1$ кОм. Показания амперметра $I = 0,5$ А, вольтметра $U = 100$ В. Определить сопротивление R катушки. Сколько процентов от точного значения сопротивления катушки составит погрешность, если не учитывать сопротивления вольтметра?
- 4.368. К источнику тока с ЭДС $\varepsilon = 1,5$ В присоединили катушку с сопротивлением $R = 0,1$ Ом. Амперметр показал силу тока, равную $I_1 = 0,5$ А. Когда к источнику тока присоединили последовательно еще один источник тока с такой же ЭДС, то сила тока I в той же катушке оказалась равной $0,4$ А. Определить внутренние сопротивления r_1 и r_2 первого и второго источников тока.
- 4.369. Два элемента ($\varepsilon_1 = 1,2$ В, $r_1 = 0,1$ Ом; $\varepsilon_2 = 0,9$ В, $r_2 = 0,3$ Ом) соединены одноименными полюсами. Сопротивление R соединительных проводов равно $0,2$ Ом. Определить силу тока I в цепи.
- 4.370. Лампочка и реостат, соединенные последовательно присоединены к источнику тока. Напряжение U на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление R реостата равно 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность $P = 120$ Вт. Найти силу тока I в цепи.
- 4.371. ЭДС батареи аккумуляторов $\varepsilon = 12$ В, сила тока I короткого замыкания равна 5 А. Какую наибольшую мощность P_{max} можно получить во внешней цепи, соединенной с такой батареей?
- 4.372. К батарее аккумуляторов, ЭДС ε которой равна 2 В и внутреннее сопротивление $r = 0,5$ Ом, присоединен проводник. Определить: 1) сопротивление R проводника, при котором мощность, выделяемая в нем, максимальна; 2) мощность P , которая при этом выделяется в проводнике.
- 4.373. ЭДС ε батареи равна 20 В. Сопротивление R внешней цепи равно 2 Ом, сила тока $I = 4$ А. Найти КПД батареи. При каком значении внешнего сопротивления R КПД будет равен 99% ?
- 4.374. Обмотка электрического кипятильника имеет две секции. Если включена только первая секция, то вода закипает через $t_1 = 15$ мин, если только вторая, то через $t_2 = 30$ мин. Через сколько минут закипит вода, если обе секции включить последовательно?
- 4.375. При силе тока $I_1 = 3$ А во внешней цепи аккумулятора выделяется мощность $P_1 = 18$ Вт, при силе тока $I_2 = 1$ А — соответственно $P_2 = 10$ Вт. Определить ЭДС — ξ и внутреннее сопротивление r батареи.

- 4.376. Сила тока в проводнике сопротивлением $r = 100$ Ом равномерно нарастает от $I_0 = 0$ до $I_{max} = 10$ А в течение времени $\tau = 30$ с. Определить количество теплоты Q , выделившееся за это время в проводнике.
- 4.377. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 12$ Ом равномерно убывает от $I_0 = 5$ А до $I = 0$ А в течение времени $t = 10$ с. Какое количество теплоты Q выделяется в этом проводнике за указанный промежуток времени?
- 4.378. Определить объемную плотность тепловой мощности ω в металлическом проводнике, если плотность тока $j = 10$ А/мм². Напряженность E электрического поля в проводнике равна 1 мВ/м.
- 4.379. Ток I в проводнике меняется со временем t по уравнению $I = 4 + 2t$, где I – в амперах и t – в секундах. Какое количество электричества q проходит через поперечное сечение проводника за время от $t_1 = 2$ с до $t_2 = 6$ с?
- 4.390. Сколько витков нихромовой проволоки диаметром $d = 1$ мм надо навить на фарфоровый цилиндр радиусом $a = 2,5$ см, чтобы получить печь сопротивлением $R = 40$ Ом?
- 4.391. Катушка из медной проволоки имеет сопротивление $R = 10,8$ Ом. Масса медной проволоки $m = 3,41$ кг. Какой длины l и какого диаметра d проволока намотана на катушке?
- 4.392. Медная и алюминиевая проволоки имеют одинаковую длину l и одинаковое сопротивление R . Во сколько раз медная проволока тяжелее алюминиевой?
- 4.393. Найти падение потенциала U на медном проводе длиной $l = 500$ м и диаметром $d = 2$ мм, если ток в нем $I = 2$ А.
- 4.394. Элемент, имеющий Э.Д.С. $\xi = 1,1$ В и внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, замкнут на внешнее сопротивление $R = 9$ Ом. Найти ток I в цепи, падение потенциала U во внешней цепи и падение потенциала U_r внутри элемента. С каким КПД η работает элемент?
- 4.395. Элемент с Э.Д.С. $\xi = 2$ В имеет внутреннее сопротивление $r = 0,5$ Ом. Найти падение потенциала U_r внутри элемента при токе в цепи $I = 0,25$ А. Каково внешнее сопротивление цепи R при этих условиях?
- 4.396. Элемент с Э.Д.С. $\xi = 1,6$ В имеет внутреннее сопротивление $r = 0,5$ Ом. Найти КПД η элемента при токе в цепи $I = 2,4$ А.
- 4.397. Э.Д.С. элемента $\xi = 6$ В. При внешнем сопротивлении $R = 1,1$ Ом ток в цепи $I = 3$ А. Найти падение потенциала U_r внутри элемента и его сопротивление r .
- 4.398. Элемент, сопротивление и амперметр соединены последовательно. Элемент имеет Э.Д.С. $\xi = 2$ В и внутреннее сопротивление $r = 0,4$ Ом. Амперметр показывает ток $I = 1$ А. С каким КПД η работает элемент?
- 4.399. В цепь включены последовательно медная и стальная проволоки одинаковых длины и диаметра. Найти: а) отношение количеств теплоты, выделяющихся в этих проволоках; б) отношение падений напряжения на этих проволоках.

4.400. Батарея с Э.Д.С. $\xi = 240$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом замкнута на внешнее сопротивление $R = 23$ Ом. Найти полную мощность P_0 , полезную мощность P и КПД η батареи.

4.401. Элемент замыкают сначала на внешнее сопротивление $R_1 = 2$ Ом, а затем на внешнее сопротивление $R_2 = 0,5$ Ом. Найти Э.Д.С. ξ элемента и его внутреннее сопротивление r , если известно, что в каждом из этих случаев мощность, выделяющаяся во внешней цепи, одинакова и равна $P = 2,54$ Вт.

4.402. Элемент с Э.Д.С. ξ и внутренним сопротивлением r замкнут на внешнее сопротивление R . Наибольшая мощность, выделяющаяся во внешней цепи, $P = 9$ Вт. При этом в цепи течет ток $I = 3$ А. Найти Э.Д.С. ξ и внутреннее сопротивление r элемента.

4.403. Разность потенциалов между точками А и В равна $U = 9$ В. Имеются два проводника с сопротивлениями $R_1 = 5$ Ом и $R_2 = 3$ Ом. Найти количество теплоты Q , выделяющееся в каждом проводнике в единицу времени, если проводники между точками А и В соединены: а) последовательно; б) параллельно.

4.404. Две электрические лампочки с сопротивлениями $R_1 = 360$ Ом и $R_2 = 240$ Ом включены в сеть параллельно. Какая из лампочек потребляет большую мощность? Во сколько раз?

4.405. Нагреватель электрического чайника имеет две секции. При включении одной из них вода в чайнике закипит через время $\tau_1 = 15$ мин, при включении другой — через время $\tau_2 = 30$ мин. Через какое время t закипит вода в чайнике, если включить обе секции параллельно?

4.406. Найти количество теплоты Q_m , выделившееся в единицу времени в единице объема медного провода при плотности тока $j = 300$ кА/м².

4.407. Сила тока в проводнике равномерно нарастает от $I_0 = 0$ до $I = 2$ А в течение времени $t = 5$ с. Определите заряд, прошедший в проводнике.

4.408. Определите плотность тока, если за 2 с через проводник сечением $1,6$ мм² прошло $2 \cdot 10^{19}$ электронов.

4.409. Вольтметр, включенный в сеть последовательно с сопротивлением R_1 , показал напряжение $U_1 = 198$ В, а при включении последовательно с сопротивлением $R_2 = 2R_1$ — $U_2 = 180$ В. Определите сопротивление R_1 и напряжение в сети, если сопротивление вольтметра $r = 900$ Ом.

4.410. Два цилиндрических проводника одинаковой длины и одинакового сечения, один из меди, а другой из железа, соединены параллельно. Определите отношение мощностей токов для этих проводников. Удельные сопротивления меди и железа равны соответственно 17 и 98 нОм·м.

4.411. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 120$ Ом равномерно возрастает от $I_0 = 0$ до $I_{\text{макс}} = 5$ А за время $\tau = 15$ с. Определите выделившееся за это время в проводнике количество теплоты.

4.412. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 100$ Ом равномерно убывает от $I_0 = 10$ А до $I = 0$ за время $\tau = 30$ с. Определить выделившееся за это время в проводнике количество теплоты.

4.413. Определите напряженность электрического поля в алюминиевом проводнике объемом $V = 10$ см³, если при прохождении по нему постоянного тока за время $t = 5$ мин выделилось количество теплоты $Q = 2,3$ кДж. Удельное сопротивление алюминия $\rho = 26$ нОм·м.

4.414. Плотность электрического тока в медном проводе равна 10 А/см². Определите удельную тепловую мощность тока, если удельное сопротивление меди $\rho = 17$ нОм·м.

4.415. Определите ток короткого замыкания источника ЭДС, если при внешнем сопротивлении $R_1 = 50$ Ом ток в цепи $I_1 = 0,2$ А, а при $R_2 = 110$ Ом — $I_2 = 0,1$ А.

4.416. Определите: 1) ЭДС ξ ; 2) его внутреннее сопротивление r , если во внешней цепи при силе тока 4 А развивается мощность 10 Вт, а при силе тока 2 А — мощность 8 Вт.

4.417. При перемещении 20 Кл электричества по проводнику сопротивлением $0,5$ Ом совершена работа 100 Дж. Найдите время, в течении которого по проводнику шел ток.

4.418. Какое количество электричества проходит через поперечное сечение проводника в течение 1 с, если за этот промежуток времени ток равномерно уменьшается от 10 до 2 А?

4.419. При замыкании аккумулятора на внешнее сопротивление $R_1 = 5$ Ом в цепи протекает ток $I_1 = 3$ А. При замыкании на сопротивление $R_2 = 10$ Ом в цепи протекает ток $I_2 = 2$ А. Определить внутреннее сопротивление аккумулятора.

4.420. Источник тока, внутренним сопротивлением которого можно пренебречь, поочередно замыкали на два разных сопротивления. Зная, что в первом случае ток был равен 3 А, а во втором — 6 А, найдите ток, который будет протекать по цепи при замыкании источника тока на эти сопротивления, соединенные последовательно.

4.421. Аккумулятор замыкают сначала на одно сопротивление, потом на другое, затем на оба, соединенные последовательно. В первом случае ток был равен 3 А, во втором — 2 А, в третьем — $1,5$ А. Какой ток будет в цепи при параллельном соединении этих сопротивлений.

4.422. Гальванический элемент дает на внешнее сопротивление 4 Ом ток $0,2$ А. При внешнем сопротивлении 7 А элемент дает ток $0,14$ А. Какой ток будет в цепи, если элемент замкнуть накоротко?

4.423. Электродвижущая сила источника тока $\xi = 1,6$ В, внутреннее сопротивление его $r = 0,5$ Ом. Чему равен КПД источника тока при силе тока $I = 2,4$ А?

4.424. Аккумулятор с внутренним сопротивлением $r = 0,08$ Ом при токе $I_1 = 4$ А отдает во внешнюю цепь мощность $P_1 = 8$ Вт. Какую мощность P_2 отдает от во внешнюю цепь при токе $I_2 = 6$ А?

4.425. Найдите ток короткого замыкания батареи, если при силе тока $I_1 = 2$ А во внешней цепи выделяется мощность $P_1 = 24$ Вт, а при силе тока $I_2 = 5$ А — мощность $P_2 = 30$ Вт.

4.426. Элемент замыкают один раз проволокой сопротивлением 4 Ом, а другой раз сопротивлением 9 Ом. В обоих случаях количество теплоты, выделяющееся в проволоке за одинаковый момент времени одно и то же. Определите внутреннее сопротивление элемента.

4.427. ЭДС батареи $\xi = 12$ В, ток короткого замыкания 5 А. какую максимальную мощность может дать батарея в цепь?

4.428. В электрической плитке имеется две спирали сопротивлением $R = 110$ Ом каждая. С помощью переключателя в сеть с напряжением $U = 220$ В можно включить спирали последовательно и параллельно. Определите электрическую мощность плитки в каждом случае.

4.429. На сколько равных частей нужно разрезать проводник сопротивлением $R = 25$ Ом, чтобы при параллельном соединении этих частей получить сопротивление $r = 1$ Ом?

4.430. Из куска проволоки сопротивлением 5 Ом сделано кольцо. Где следует подсоединить провода, проводящие ток, чтобы сопротивление кольца $r = 0,45$ Ом?

4.431. Амперметр рассчитан на максимальный ток I_0 . Его сопротивление равно R_A . Какое сопротивление R надо включить параллельно амперметру, чтобы им можно было измерять ток в n раз больший?

4.432. Вольтметром можно измерять максимальное напряжение U_0 . Его сопротивление равно R_V . Какое сопротивление R надо включить последовательно с вольтметром, чтобы можно было измерять напряжение в n раз больше?

4.433. Гальванический элемент дает на внешнее сопротивление $R_1 = 2$ Ом силу тока $I_1 = 0,25$ А. Если же внешнее сопротивление будет $R_2 = 7$ Ом, то элемент дает силу тока $I_2 = 0,1$ А. Какую силу тока $I_{кз}$ он дает, если его замкнуть накоротко?

4.434. Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом замкнут в первом случае на резистор сопротивлением R , а во втором случае — на 4 таких же резистора, соединенных параллельно. Определить сопротивление R , если мощность, выделяемая в нагрузку, в первом и во втором случаях одна и та же.

4.435. Аккумулятор с внутренним сопротивлением $r = 0,08$ Ом при силе тока $I_1 = 4$ А отдает во внешнюю цепь мощность $P_1 = 8$ Вт. Какую мощность P_2 отдает он во внешнюю цепь при силе тока $I_2 = 6$ А?

4.436. Имеется катушка медной проволоки с площадью поперечного сечения $0,1$ мм². Масса всей проволоки 0,3 кг. Определить сопротивление проволоки. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. Плотность меди $8,9$ г/см³.

4.438. К сети напряжением 120 В присоединяются два сопротивления. При их последовательном соединении ток равен 3 А, а при параллельном суммарный ток равен 16 А. Чему равны сопротивления?

4.439. Два проводника, соединенные последовательно, имеют сопротивление в 6,25 раза больше, чем при их параллельном соединении. Найти, во сколько раз сопротивление одного проводника больше сопротивления другого.

- 4.440. Последовательно соединены n равных сопротивлений. Во сколько раз изменится сопротивление цепи, если их соединить параллельно?
- 4.441. На сколько равных частей надо разрезать проводник, чтобы при параллельном соединении этих частей получить сопротивление в n раз меньше?
- 4.442. Какова электродвижущая сила элемента, если при измерении напряжения на его зажимах вольтметром с внутренним сопротивлением $R_1 = 20$ Ом мы получаем $U_1 = 1,37$ В, а при замыкании элемента на $R_2 = 10$ Ом получаем ток $I_2 = 0,132$ А?
- 4.443. Определить Э.Д.С. батареи, если известно, что при увеличении сопротивления нагрузки, подключенной к батарее, в n раз напряжение на нагрузке увеличивается от U_1 до U_2 .
- 4.444. Гальванический элемент дает на внешнее сопротивление $R_1 = 4$ Ом ток $I_1 = 0,2$ А. Если же внешнее сопротивление $R_2 = 7$ Ом, то элемент дает ток $I_2 = 0,14$ А. Какой ток даст элемент, если его замкнуть накоротко?
- 4.445. Определить внутреннее сопротивление аккумулятора, если известно, что при замыкании его на внешнее сопротивление $R_1 = 1$ Ом напряжения на зажимах аккумулятора $U_1 = 2$ В, а при замыкании на сопротивление $R_2 = 2,4$ В. Сопротивлением подводных проводов пренебречь.
- 4.446. Две электрические лампочки включены в сеть параллельно. Сопротивлением первой лампочки $R_1 = 360$ Ом, второй — $R_2 = 240$ Ом. Какая из лампочек поглощает большую мощность и во сколько раз?
- 4.447. Имеются 25-ватная и 100-ватная лампочка, рассчитанные на одно и то же напряжение, соединенные последовательно и включенные в сеть. В какой из них выделяется большее количество теплоты?
- 4.448. Э.д.с. источника $\xi = 2$ В, внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом. Определить силу тока, если внешняя цепь потребляет мощность $P = 0,75$ Вт.
- 4.449. Определить ток короткого замыкания I_0 для аккумуляторной батареи, если при токе нагрузки $I_1 = 5$ А она отдает во внешнюю цепь мощность $P_1 = 9,5$ Вт, а при токе нагрузке в 8 А — $P_2 = 14,4$ Вт.
- 4.450. Элемент, Э.Д.С. которого ξ и внутреннее сопротивление r , замкнут на внешнее сопротивление R . Наибольшая мощность во внешней цепи $P = 9$ Вт. Сила тока, текущего при этих условиях по цепи, $I = 3$ А. Найти величины ξ и r .
- 4.451. Элемент замыкается один раз на сопротивление $R_1 = 4$ Ом, другой раз $R_2 = 9$ Ом. В том и другом случаях количество теплоты Q , выделяющиеся в сопротивлениях за одно и то же время, оказывается одинаковым. Каково внутреннее сопротивление элемента?
- 4.452. Аккумулятор с внутренним сопротивлением $r = 0,08$ Ом при нагрузке $I_1 = 4$ А отдает во внешнюю цепь мощность $P_1 = 8$ Вт. Какую мощность P_2 отдаст он во внешнюю цепь при нагрузке $I_2 = 6$ А?
- 4.453. Электрический чайник имеет две обмотки. При включении одной из них вода в чайнике закипает $t_1 = 20$ мин, при включении другой — через $t_2 = 40$ мин. Через сколько

времени закипает вода в чайнике, если включить обе обмотки: 1) последовательно; 2) параллельно?