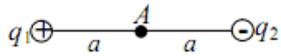
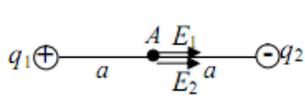


1. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами:  $q_1 = +q$ ,  
 $q_2 = -q$ . Напряжённость и потенциал в точке  
 $A$  равны ...



### Решение

Согласно принципу суперпозиции  $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ ,  $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$  (алгебраическая сумма). Векторы  $\vec{E}_1$  и  $\vec{E}_2$  показаны на рисунке.



Учитывая, что  $\vec{E}_1$  и  $\vec{E}_2$  направлены в одну сторону, то

$$E = E_1 + E_2 = 2k \frac{|q|}{a^2},$$

$$\varphi = k \frac{q_1}{a} + k \frac{q_2}{a} = k \frac{q}{a} + k \frac{(-q)}{a} = 0.$$

**Ответ:**  $E = 2k \frac{q}{a^2}$ ,  $\varphi = 0$ .

2. Работа сил электрического поля при перемещении заряда  $-2$  мкКл из точки поля с потенциалом  $20$  В в точку с потенциалом  $40$  В равна ...

### Решение

Работа сил поля по перемещению заряда  $q$  в электрическом поле вычисляется по формуле  $A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$ , где  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  – потенциалы начальной и конечной точек поля. Тогда

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = (-2 \cdot 10^{-6}) \cdot (20 - 40) = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Дж.}$$

**Ответ:**  $40 \cdot 10^{-6}$  Дж.

3. Протон и электрон ускоряются электростатическим полем, пройдя одинаковую разность потенциалов. При этом отношение скоростей  $\frac{v_p}{v_e}$  будет равно ...

### Решение

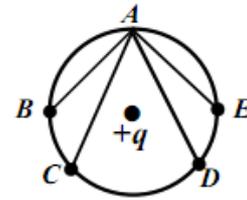
Работа сил электростатического поля приведет к увеличению кинетической энергии  $qU = \frac{mv^2}{2}$ . Отсюда скорость частицы будет

равна  $v = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$ . Следовательно, отношение скоростей протона и

электрона  $\frac{v_p}{v_e} = \sqrt{\frac{m_e}{m_p}}$ .

**Ответ:**  $\frac{v_p}{v_e} = \sqrt{\frac{m_e}{m_p}}$ .

4. В электрическом поле точечного заряда  $q$  (см. рисунок) из точки  $A$  в точки  $B$ ,  $C$ ,  $D$  и  $E$  перемещают заряд  $q_0$ . Для работы по перемещению заряда  $q_0$  ( $q_0 < 0$ ) в поле заряда  $q$  справедливо соотношение ...



#### Решение

Работа сил поля по перемещению заряда  $q_0$  в поле заряда  $q$  вычисляется по формуле  $A = q_0(\varphi_1 - \varphi_2)$ , где  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  – потенциалы начальной и конечной точек поля. Учитывая, что потенциал поля точечного заряда  $q$  вычисляется по формуле  $\varphi = k \frac{q}{r}$  и все точки лежат на окружности, т. е.  $r = R$ , получим, что  $\varphi_1 = \varphi_2$ . Тогда  $A_{AB} = A_{AC} = A_{AD} = A_{AE} = 0$ .

**Ответ:**  $A_{AB} = A_{AC} = A_{AD} = A_{AE} = 0$ .

5. Установите соответствие между источником электростатического поля (точечным зарядом, равномерно заряженной длинной нитью, равномерно заряженной бесконечной плоскостью) и формулой, позволяющей вычислить напряжённость поля в некоторой точке.

#### Решение

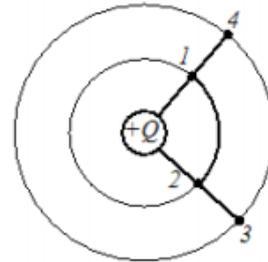
Напряжённость поля точечного заряда в некоторой точке обратно пропорциональна квадрату расстояния до заряда:  $E = k \frac{q}{\epsilon r^2}$ ;

напряжённость поля равномерно заряженной длинной нити обратно пропорциональна расстоянию до нити:  $E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0\epsilon r}$ ;

поля равномерно заряженной бесконечной плоскости не зависит от расстояния до плоскости:  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$ .

**Ответ:** 1) точечный заряд,  $E = k \frac{q}{\epsilon r^2}$ ; 2) равномерно заряженная длинная нить,  $E = \frac{\tau}{2\pi\epsilon_0\epsilon r}$ ; 3) равномерно заряженная бесконечная плоскость,  $E = \frac{\sigma}{2\epsilon\epsilon_0}$ .

7. Установите соответствие между величиной (знаком) работы сил электростатического поля, создаваемого зарядом  $+Q$ , по перемещению отрицательного заряда  $-q$  и траекторией перемещения (указаны начальная и конечная точки).

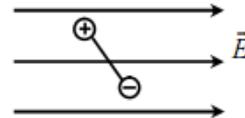


### Решение

Работа сил электростатического поля по перемещению заряда  $q$  из точки 1 в точку 2 определяется по формуле:  $A_{12} = q(\varphi_1 - \varphi_2)$ . Отсюда следует, что  $A_{12}=0$ , если  $\varphi_1 = \varphi_2$ . Точки, имеющие одинаковый потенциал лежат на одинаковом расстоянии от заряда, создающего поле  $\left(\varphi = k \frac{Q}{r}\right)$ , поэтому  $A = 0$  для траектории 1–2.  $A < 0$  для траектории 2–3, поскольку  $\varphi_2 > \varphi_3$ , а  $q < 0$ .  $A > 0$  для траектории 4–1.

**Ответ:** 1)  $A = 0$ , траектория 1–2; 2)  $A < 0$ , траектория 2–3;  
3)  $A > 0$ , траектория 4–1.

8. Жёсткий электрический диполь находится в однородном электростатическом поле. Момент сил, действующий на диполь, направлен ...

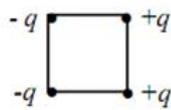


### Решение

Во внешнем электрическом поле на электрический диполь действует момент сил  $\vec{M} = \vec{p} \times \vec{E}$  ( $\vec{p}$  – электрический дипольный момент,  $\vec{E}$  – вектор напряжённости внешнего электрического поля), который стремится повернуть его так, чтобы электрический дипольный момент развернулся по направлению вектора  $\vec{E}$ . Направление момента сил  $\vec{M}$  совпадает с направлением правого винта при его вращении от  $\vec{p}$  к  $\vec{E}$ , т. е. от нас.

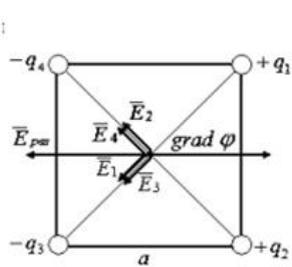
**Ответ:** от нас.

6. Каждый из четырёх одинаковых по модулю точечных зарядов (см. рис.), расположенных в вершинах квадрата, создаёт в точке пересечения диагоналей электрическое поле, напряжённость которого равна  $E$ . Градиент потенциала поля в этой точке равен \_\_\_ и направлен горизонтально ...



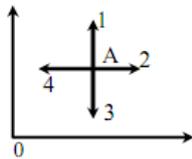
### Решение

Величина напряжённости поля точечного заряда определяется по формуле  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|}{r^2}$ , где  $\epsilon_0$  – электрическая постоянная, а  $r$  –



расстоянием от заряда до точки. Поскольку все заряды одинаковы по величине и рассматриваемая точка одинаково удалена от каждого заряда, модули векторов  $\vec{E}_1, \vec{E}_2, \vec{E}_3, \vec{E}_4$  равны, т. е.  $E_1 = E_2 = E_3 = E_4$ , а  $\vec{E}_{рез}$  образует диагональ квадрата со стороной  $2E$  (см. рисунок). Модуль напряженности результирующего поля в центре квадрата  $\vec{E}_{рез.} = 2\sqrt{2}E$ . Учитывая связь напряженности поля и потенциала, градиент потенциала в центре квадрата равен  $2\sqrt{2}E$  и

9. В некоторой области пространства создано электростатическое поле, потенциал которого описывается функцией  $\varphi = 5 + 2y^2$ . Вектор напряжённости электрического поля в точка  $A$  будет иметь направление, показанное стрелкой ...



### Решение

Напряжённость поля  $\vec{E} = -\text{grad}\varphi$ . Тогда  $E = -\frac{d\varphi}{dy} = -4y$ . Таким образом вектор  $\vec{E}$  направлен вниз, в направлении 3.

**Ответ:** 3.

10. Объёмная плотность энергии  $\omega$  электростатического поля в вакууме точечного заряда  $q$  на расстоянии  $r$  от него пропорциональна ...

### Решение

При удалении от точечного заряда  $q$  на расстояние  $r$  объёмная плотность энергии (энергия электростатического поля, заключённая в единице объёма) будет одинакова во всех точках, отстоящих на равных расстояниях от него, так как поле такого заряда обладает сферической симметрией. Объёмная плотность энергии  $\omega$  в вакууме

определяется по формуле  $\omega = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ , где  $E$  – величина напряжённости электрического поля точечного заряда. В нашем случае

$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \text{ и, следовательно, } \omega = \frac{q^2}{32\pi^2\epsilon_0 r^4} \sim r^{-4}.$$

**Ответ:**  $\omega \sim r^{-4}$ .

12. Если бесконечно длинный цилиндр радиуса  $R$  равномерно заряжен с объёмной плотностью заряда  $\rho$ , то его линейная плотность заряда  $\tau$  равна ...

### Решение

Объёмная плотность заряда цилиндра определяется по формуле  $\rho = \frac{q}{V}$ , где  $q$  – заряд цилиндра,  $V$  – его объём. Если учесть, что объём цилиндра  $V = \pi R^2 l$ , где  $l$  – длина цилиндра, то линейная плотность заряда  $\tau = \frac{q}{l}$  выражается через объёмную плотность заряда  $\rho = \frac{q}{V} = \frac{q}{\pi R^2 l} = \frac{\tau}{\pi R^2}$  следующим образом:  $\tau = \pi R^2 \rho$ .

**Ответ:**  $\pi R^2 \rho$ .

**Следующие задачи рекомендовано решить самостоятельно.**

**Следует предоставить не только ответ, но и решение. Ответы предоставлены после условий задач. Для оценки удовлетворительно необходимо предоставить решение 10 задач. После решения этих задач необходимо связаться с преподавателем для решения задачи на время по ватцапу 89139666597.**



---

1. Два одинаковых металлических шарика заряжены так, что заряд одного из них в 5 раз больше другого. Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Во сколько раз увеличилась сила взаимодействия, если шарики были заряжены одноименно?

**Варианты ответа:**

а) 1,5;    б) 3;    в) 1,8;    г) 2,6.

2. На концах отрезка длиной 4,0 м расположены точечные заряды 6 и 3 мкКл. Найти силу, действующую на заряд 12 мкКл, помещённый в середине отрезка.

**Варианты ответа:**

а) 42 мкН;    б) 81 мкН;    в) 81 мН;    г) 42 мН.

3. На расстоянии 3,0 см от заряда 4,0 нКл, находящего в жидком диэлектрике, напряжённость поля равна 20 кВ/м. Диэлектрическая проницаемость диэлектрика равна ...

**Варианты ответа:**

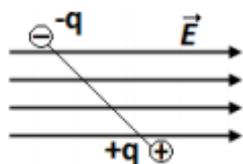
а) 4;    б) 7;    в) 2;    г) 1.

4. Электрическое поле образовано наложением двух однородных полей с напряжённостями 300 В/м и 400 В/м. Силовые линии полей взаимно перпендикулярны. Напряжённость результирующего поля равна ...

**Варианты ответа:**

а) 500 В/м;    б) 100 В/м;    в) 800 В/м;    г) 700 В/м.

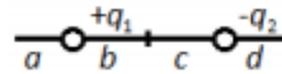
5. Жёсткий электрический диполь находится в однородном электростатическом поле. Момент сил, действующих на диполь направлен ...



**Варианты ответа:**

- а) от нас;      б) вдоль силовых линий поля;  
в) к нам;      г) против силовых линий поля.

6. На рисунке представлена система двух точечных зарядов  $+q_1$  и  $-q_2$ . В какой области напряжённость поля может равняться нулю, если модули зарядов равны  $2q_1 = q_2$ .



**Варианты ответа:**

- а) в области «a»;      б) в области «b»;  
в) в области «c»;      г) в области «d».

7. Кольцо диаметром 10 см равномерно заряжено зарядом 5,0 мкКл. Напряжённость электрического поля в центре кольца равна ...

**Варианты ответа:**

- а) 10 В/м;      б) 20 В/м;      в) 100 В/м;      г) 0.

8. Напряжённость поля в плоском воздушном конденсаторе имеет значение 5000 В/м, а заряд на пластинах равен 88 нКл. Какая сила действует на каждую из пластин?

**Варианты ответа:**

- 1) 220 мкН;      2) 440 мН;      3) 220 мН;      4) 440 мкН.

9. К шарик, подвешенному на шёлковой нити, подносят отрицательно заряженную палочку, и шарик притягивается к ней. Заряжен ли шарик и каким зарядом?

**Варианты ответа:**

- а) заряжен положительным зарядом;  
б) не заряжен;  
в) шарик может быть не заряжен или иметь отрицательный заряд;  
г) шарик может быть не заряжен или иметь положительный заряд.

10. При перемещении заряда в 2,0 Кл в электрическом поле силы, действующие со стороны этого поля, совершили работу в 20 Дж. Разность потенциалов между начальной и конечной точками равна ...

**Варианты ответа:**

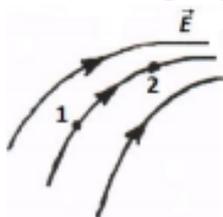
- а) 200 В;    б) 10 В;    в) 25 В;    г) 400 В.

11. Какую работу надо совершить, чтобы два одноименных заряда 2 и 3 мкКл, находящиеся в воздухе на расстоянии 60 см друг от друга, сблизить до расстояния 30 см?

**Варианты ответа:**

- а) 180 мДж;    б) -90 мДж;    в) 180 мкДж;    г) 90 мДж.

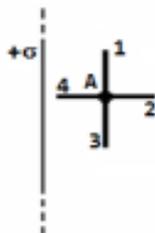
12. На рисунке приведена картина силовых линий электростатического поля. Какое соотношение для напряжённостей  $E$  и потенциалов  $\varphi$  в точках 1 и 2 верно?



**Варианты ответа:**

- а)  $E_1 < E_2$ ,  $\varphi_1 > \varphi_2$ ;    б)  $E_1 > E_2$ ,  $\varphi_1 < \varphi_2$ ;  
в)  $E_1 > E_2$ ,  $\varphi_1 > \varphi_2$ ;    г)  $E_1 < E_2$ ,  $\varphi_1 < \varphi_2$ .

13. Поле создано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда  $+\sigma$ . Укажите направление вектора градиента потенциала в точке  $A$ .



**Варианты ответа:**

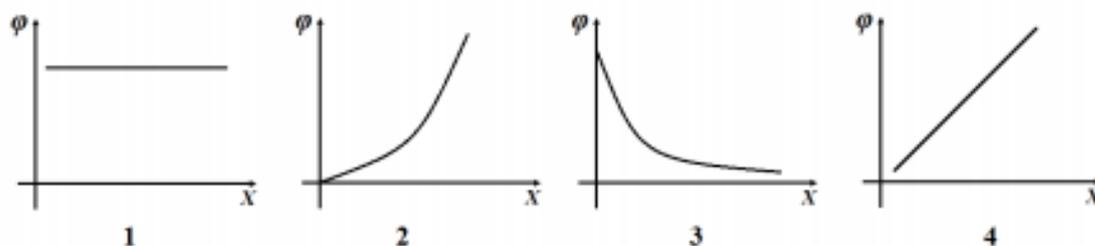
- а)  $A \rightarrow 1$ ;    б)  $A \rightarrow 2$ ;    в)  $A \rightarrow 3$ ;    г)  $A \rightarrow 4$ .

14. Точечный заряд  $+q$  находится в центре сферической поверхности. Если добавить заряд  $+2q$  за пределы сферы, то поток вектора напряжённости через поверхность сферы ...

**Варианты ответа:**

- а) увеличится в 2 раза;    б) увеличится в 1,5 раза;  
в) увеличится в 3 раза;    г) не изменится.

15. Напряжённость точек электростатического поля в каждой точке с координатой  $x$  имеет значение  $E = \frac{a}{x^2}$ , где  $a > 0$ , тогда потенциал точек поля изменяется согласно ...



**Варианты ответа:**

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

16. Металлические шарики радиусами 0,20 см и 0,80 см, приведённые в соприкосновение, получили вместе заряд 50 мкКл, затем были удалены друг от друга на расстояние 10,0 см (между их центрами). Плотность заряда на втором шарике равна ...

**Варианты ответа:**

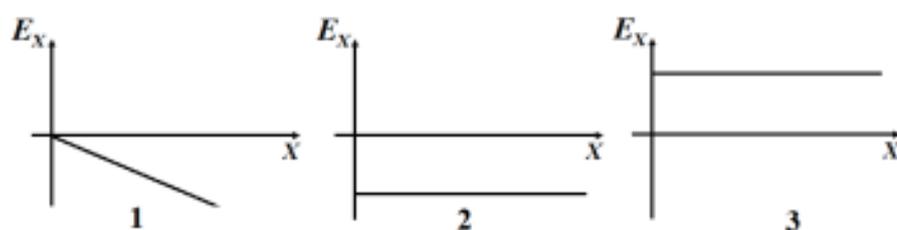
- а) 5,0 мкКл/м<sup>2</sup>; б) 15 мкКл/м<sup>2</sup>; в) 15 мКл/м<sup>2</sup>; г) 50 мКл/м<sup>2</sup>.

17. Два конденсатора, ёмкости которых 3,0 мкФ и 1,0 мкФ, соединены последовательно и подключены к источнику постоянного напряжения 200 В. Заряд на обкладках второго конденсатора равен ...

**Варианты ответа:**

- а) 25 мкКл; б) 100 мкКл; в) 50 мкКл; г) 150 мкКл.

18. Потенциал точек поля изменяется по закону  $\varphi = ax^2$  ( $a > 0$ ).

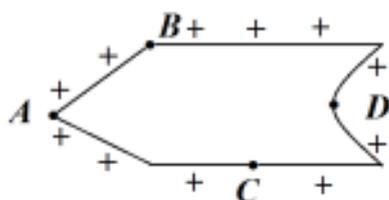


Закон изменения напряжённости точек поля представлен графиком  $E_x = f(x)$  ...

**Варианты ответа:**

- а) 1; б) 2; в) 3.

19. На рисунке представлен заряженный конус. Плотность электрического заряда минимальная в точке ...



**Варианты ответа:**

- а) везде одинаковая; б) A;  
в) B; г) D.

20. Напряжённость точек поля заряженной бесконечно протяжённой плоскости рассчитывается по формуле ...

**Варианты ответа:**

- а)  $E = \frac{q}{2\epsilon\epsilon_0}$ ; б)  $E = \frac{q}{2\epsilon\epsilon_0 S}$ ; в)  $E = \frac{q}{\epsilon\epsilon_0}$ ; г)  $E = \frac{q}{\epsilon\epsilon_0 S}$ .

**Ответы к тесту по электростатике**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
в	в	в	а	в	а	г	а	г	б	б	а	г	г	в	г	г	а	г	б