

1. Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен F . Во сколько раз изменится модуль этих сил, если один заряд уменьшить в a раз, другой заряд увеличить в b раз, а расстояние между ними оставить прежним?

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{b}{a} \cdot k \frac{q_1 q_2}{r^2}}{k \frac{q_1 q_2}{r^2}} = \frac{b}{a}$$

2. Протон движется по окружности радиусом r с линейной скоростью V . Определить магнитный момент p_m , создаваемый эквивалентным круговым током.

$$p_m = IS = I \cdot \pi r^2$$

$$I = \frac{eV}{2\pi r}, \text{ где } e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл - элементарный заряд}$$

$$p_m = \frac{eV}{2\pi r} \cdot \pi r^2 = \frac{eVr}{2}$$

3. Есть a заряженных положительно, b заряженных отрицательно и n незаряженных, одинаковых шариков из ртути. Потенциал заряженных шариков одинаковый и по модулю равен φ . Найти потенциал шара, который получится при слиянии всех этих шариков вместе.

$$\Phi = \varphi \cdot \frac{a - b}{\sqrt[3]{a + b + n}}$$

4. Плоский конденсатор C_1 с емкостью c_1 зарядили до напряжения U и подсоединили параллельно к незаряженному конденсатору C_2 с емкостью c_2 . Найти заряд q_2 на конденсаторе C_2 через значительный промежуток времени.

$$q_2 = U \cdot \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$$

5. Найти работу A сил электрического поля при перемещении заряда q из точки поля с потенциалом φ_1 в точку с потенциалом φ_2 .

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

6. На какой угол α отклонится от вертикали маленький шарик с зарядом q массой m , подвешенный на шелковой нити, если его поместить в горизонтальное однородное электрическое поле с напряженностью E ?

$$\begin{cases} x : T \cdot \cos \alpha = mg \\ y : T \cdot \sin \alpha = Eq \end{cases}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Eq}{mg} \implies \alpha = \operatorname{arctg} \frac{Eq}{mg}$$

7. Длинный соленоид индуктивностью L содержит N витков. Площадь поперечного сечения соленоида S . Определить магнитную индукцию B поля внутри соленоида, если сила тока, протекающего по его обмотке, равна I .

$$\Phi = BS_{\text{оxb}}$$

$$B = \frac{\Phi}{S_{\text{оxb}}} = \frac{LI}{S_{\text{оxb}}} = \frac{LI}{NS}$$

8. Два иона разных масс с одинаковыми зарядами влетели в однородное магнитное поле, стали двигаться по окружностям радиусами R_1 и R_2 соответственно. Определить отношение масс ионов, если они прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов.

$$\text{З.С.Э. } E_k = QU$$

$$E_k = \frac{mV^2}{2} \implies QU = \frac{mV^2}{2}$$

$$V = \sqrt{\frac{2QU}{m}}$$

$$\text{3-й з. Н. } F_{\text{л}} = QVB = F_{\text{ц}} = \frac{mV^2}{R}$$

$$\frac{Q}{m} = \frac{V}{RB} = \frac{\sqrt{\frac{2QU}{m}}}{RB}$$

$$m = \frac{Q(RB)^2}{2U}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{Q(R_1B)^2 \cdot 2U}{2U \cdot Q(R_2B)^2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$$

9. На двух нитях висит горизонтально расположенный стержень длиной l и массой m . Стержень находится в однородном магнитном поле, индукция которого равна B и направлена вниз. Какой ток I нужно пропустить по стержню, чтобы нити отклонились от вертикали на угол α ?

$$\begin{cases} x : 2T \cdot \cos \alpha = mg \\ y : 2T \cdot \sin \alpha = IBl \end{cases}$$

$$\frac{IBl}{mg} = \tan \alpha$$

$$I = \frac{\tan \alpha \cdot mg}{Bl}$$

10. Квадратный контур со стороной a , по которому течет ток I , свободно установился в однородном магнитном поле B . Найти изменение потенциальной энергии контура при повороте вокруг оси, лежащей в плоскости контура, на угол α .

$$M = p_m B \sin \alpha$$

$$p_m = IS = Ia^2$$

$$dA = M d\alpha$$

$$A = \Delta W = IBa^2 \int_0^\alpha \sin \alpha d\alpha = IBa^2 (1 - \cos \alpha)$$

11. Магнитный поток через сечение соленоида из N витков равен Φ . Длина соленоида равна l . Найти магнитный момент соленоида p_m , если его витки плотно прилегают друг к другу.

$$L = \frac{\mu_0 N^2 S}{l}$$

$$\Phi = LI = \frac{\mu_0 N^2 SI}{l}$$

$$p_m = NIS = \frac{\Phi l}{\mu_0 N}$$

12. По двум параллельным проводам длиной l каждый текут одинаковые токи $I_1 = I_2 = I$. Расстояние между проводами равно d . Определить силу F_{12} взаимодействия проводов.

$$F_{12} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2I_1 I_2}{d} \cdot l$$

13. Отрезок провода длиной l и массой m , подвешенный на легких нерастяжимых нитях горизонтально, находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией B . Определить угол α , на который отклонится этот провод от вертикали под действием данного магнитного поля, если по нему пустить ток I .

$$\begin{cases} x : 2T \cdot \cos \alpha = mg \\ y : 2T \cdot \sin \alpha = IBl \end{cases}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{IBl}{mg} \implies \alpha = \operatorname{arctg} \frac{IBl}{mg}$$

14. По тонкому кольцу радиусом R равномерно распределен заряд с линейной плотностью τ . Кольцо вращается относительно оси, перпендикулярной плоскости кольца и проходящей через его центр, с частотой ν . Определить магнитный момент p_m , обусловленный вращением кольца.

$$p_m = IS = I \cdot \pi R^2$$

$$I = \frac{Q}{T} = Q\nu = \tau \cdot 2\pi R \cdot \nu$$

$$p_m = \tau \cdot 2\pi R \cdot \nu \cdot \pi R^2$$

15. Два небольших металлических шарика одинакового диаметра имеют заряды Q_1 и Q_2 и находятся на некотором расстоянии друг от друга. Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Найти отношение МОДУЛЕЙ

начальной и конечной сил взаимодействия зарядов.

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{k \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{r^2}}{k \frac{Q^2}{r^2}} = \frac{|Q_1| \cdot |Q_2|}{Q^2}, \text{ где } Q = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

16. Квадратная рамка со стороной a помещена в магнитное поле, изменяющееся по закону $B(t) = A \cos(B\pi t)$. Нормаль к этой рамке совпадает с направлением изменения поля. По какому закону изменяется ЭДС индукции ε_i , возникающая в рамке?

$$\varepsilon_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(BS)}{dt} = -a^2 \frac{dB}{dt} = ABa^2 \pi \sin(B\pi t)$$

17. Участок тонкого кольца радиуса r имеет равномерно распределенный заряд q . Найти напряженность E в центре кольца, если градусная мера участка равна α .

$$dE = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{\tau \cdot r d\alpha}{4\pi\varepsilon_0 r^2} = \frac{\tau d\alpha}{4\pi\varepsilon_0 r}$$

$$E_x = 0$$

$$E = E_y = \int_{-\frac{\alpha}{2}}^{\frac{\alpha}{2}} dE \cdot \cos \alpha = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 r} \int_{-\frac{\alpha}{2}}^{\frac{\alpha}{2}} \cos \alpha d\alpha = \frac{\tau}{4\pi\varepsilon_0 r} \cdot \left(\sin \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \right) = \frac{\tau}{2\pi\varepsilon_0 r} \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

18. На рисунке изображено сечение двух прямолинейных бесконечно длинных проводников с током, расстояние между проводниками равно L_2 , силы токов равны I_1 и I_2 . Найти напряженность H магнитного поля, вызванного токами I_1 и I_2 , в точке А, если известно расстояние L_1 .

$$\vec{H} = \vec{H}_1 + \vec{H}_2$$

$$H_1 = \frac{I_1}{2\pi L_1}; \quad H_2 = \frac{I_2}{2\pi \cdot (L_1 + L_2)}$$

$$H = H_1 \pm H_2$$

Знак минус ставим, если векторы напряженности направлены в разные стороны, плюс - если в одну сторону. Векторы сонаправлены, если на рисунке направления токов показаны точкой или крестом на обоих проводниках, в противном случае векторы противоположно направлены.

19. В вакууме по бесконечному изолированному проводнику, имеющему петлю в форме полуокружности радиусом R , течет ток I . Чему равна магнитная индукция B в центре петли?

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3$$

Векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_3 , обозначающие индукцию магнитного поля, создаваемую прямолинейными проводниками 1 и 3, численно равны нулю, так как имеют на своей оси точку О, в которой рассчитывается магнитная индукция. Вклад в результирующий вектор вносит только вектор \vec{B}_2 , создаваемый круговым проводником, численное значение которого равно

$$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2R} \cdot \frac{1}{2}$$