

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

С. С. Коваль, М. В. Ушкац

МАГНІТНЕ ПОЛЕ

*Збірник задач для індивідуальної роботи
з курсу фізики*

Під редакцією О. О. Мочалова

Рекомендовано Методичною радою НУК

Миколаїв 2005

УДК 530

Магнітне поле: Збірник задач для індивідуальної роботи з курсу фізики / С.С. Коваль, М.В. Ушкац; Під ред. О.О. Мочалова. – Миколаїв: НУК, 2005. – 52 с.

Кафедра фізики

В збірнику наведені задачі з магнітного поля для індивідуальної роботи протягом вивчення загального курсу фізики.

Збірник призначений для студентів усіх факультетів.

В підборі задач приймали участь викладачі кафедри фізики: М.В. Ушкац, В.П. Сипко (розд. 1); Н.І. Коваль, А.Д. Кулік (розд. 2); С.С. Коваль, Л.І. Стратієнко (розд. 3).

Рецензент канд. фіз.-мат. наук, доц. А.М. Кузнецов

1. СИЛА ЛОРЕНЦА. ЕФЕКТ ХОЛЛА. ЗАКОН АМПЕРА

1. Під яким кутом до напрямку магнітного поля повинна влітати заряджена частинка ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) зі швидкістю $2 \cdot 10^6$ м/с, щоб на неї діяла сила $8 \cdot 10^{-14}$ Н? Напруженість магнітного поля $4 \cdot 10^5$ А/м.

2. Заряджена частинка ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) влітає в магнітне поле під кутом $\alpha = 30^\circ$ до напрямку магнітного поля зі швидкістю $2 \cdot 10^6$ м/с. На неї діє сила $8 \cdot 10^{-14}$ Н. Визначити напруженість магнітного поля.

3. У магнітне поле напруженістю $4 \cdot 10^5$ А/м влітає заряджена частинка ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) під кутом $\alpha = 30^\circ$ до напрямку поля. На частинку діє сила $8 \cdot 10^{-14}$ Н. Визначити її швидкість.

4. Визначити величину заряду частинки, яка влітає в магнітне поле напруженістю $4 \cdot 10^5$ А/м під кутом $\alpha = 30^\circ$ до напрямку поля зі швидкістю $2 \cdot 10^6$ м/с. На частинку діє сила $8 \cdot 10^{-14}$ Н.

5. Електрон влітає в однорідне магнітне поле, перпендикулярне до напрямку його руху, зі швидкістю $3,2 \cdot 10^7$ м/с. Індукція магнітного поля 1 мТл. Визначити радіус кола, по якому рухається електрон.

6. Електрон рухається по колу радіусом 0,182 м в однорідному полі, індукція якого 10^{-3} Тл. Визначити його швидкість.

7. Електрон влітає в однорідне магнітне поле перпендикулярно до силових ліній зі швидкістю $3,2 \cdot 10^7$ м/с. Визначити індукцію магнітного поля, якщо радіус кривизни траєкторії електрону 0,182 м.

8. Визначити масу зарядженої частинки $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, що рухається в магнітному полі, індукція якого $2 \cdot 10^{-3}$ Тл, зі швидкістю $6,4 \cdot 10^7$ м/с по колу радіусом 0,182 м.

9. Заряджена частинка масою $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг рухається в магнітному

полі, індукція якого 13 мТл, зі швидкістю $5,6 \cdot 10^7$ м/с по колу радіусом 0,182 м. Визначити величину заряду частинки.

10. Потік α -частинок, прискорених різницею потенціалів 10^6 В, влітає в однорідне магнітне поле напруженістю $1,2 \cdot 10^3$ А/м перпендикулярно до силових ліній. Знайти силу, яка діє на кожну частинку.

11. Визначити напруженість магнітного поля, в якому рухається α -частинка перпендикулярно до силових ліній. Сила, що діє на неї, дорівнює $4,83 \cdot 10^{-14}$ Н. Заряджена частинка прискорена різницею потенціалів 10^6 В.

12. Визначити величину прискорюючої різниці потенціалів, прикладеної до зарядженої частинки ($q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл, $m = 6,4 \cdot 10^{-27}$ кг), яка рухається перпендикулярно до силових ліній магнітного поля напруженістю $1,2 \cdot 10^3$ А/м. Сила, що діє на неї, дорівнює $4,83 \cdot 10^{-14}$ Н.

13. Визначити масу зарядженої частинки ($q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл), яка рухається в магнітному полі напруженістю $1,2 \cdot 10^3$ А/м перпендикулярно до силових ліній, якщо на неї діє сила $4,83 \cdot 10^{-14}$ Н. Частинка прискорена різницею потенціалів 10^6 В.

14. Електрон, прискорений різницею потенціалів 284,4 В, рухається паралельно провіднику зі струмом на відстані 4 мм. На нього діє сила $4 \cdot 10^{-16}$ Н. Визначити величину струму в провіднику.

15. На якій відстані паралельно провіднику зі струмом 5 А повинен рухатись електрон, щоб на нього діяла сила $4 \cdot 10^{-16}$ Н? Електрон прискорений різницею потенціалів 284,4 В.

16. Визначити масу зарядженої частинки ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл), яка рухається паралельно провіднику зі струмом 5 А на відстані 4 мм. На частинку діє сила $4 \cdot 10^{-16}$ Н.

17. Електрон обертається в магнітному полі, індукція якого 1 мТл, зі швидкістю $4 \cdot 10^7$ м/с. Знайти нормальне прискорення електрону.

18. Електрон обертається в магнітному полі з нормальним прискоренням $7 \cdot 10^{15}$ м/с², маючи швидкість $4 \cdot 10^7$ м/с. Визначити індукцію магнітного поля.

19. Заряджена частинка масою $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг обертається в магнітному полі, індукція якого 1 мТл, зі швидкістю $4 \cdot 10^7$ м/с. Величина доцентрового прискорення $7 \cdot 10^{15}$ м/с². Визначити величину заряду частинки.

20. Заряд $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл обертається в магнітному полі, індукція якого 10^{-3} Тл зі швидкістю $4 \cdot 10^7$ м/с. Нормальне прискорення зарядженої частинки $7 \cdot 10^{15}$ м/с². Визначити її масу.

21. Знайти кінетичну енергію протона, що рухається по колу радіусом 60 см в магнітному полі з індукцією 1 Тл.

22. Кінетична енергія протона дорівнює $2,88 \cdot 10^{-12}$ Дж. Визначити індукцію магнітного поля, в якому рухається протон, якщо радіус кола, по якому він рухається, дорівнює 600 мм.

23. У магнітному полі по колу радіусом 60 см рухається протон, який має кінетичну енергію $2,88 \cdot 10^{-12}$ Дж. Визначити індукцію магнітного поля.

24. Протон та електрон, рухаючись з однаковими швидкостями, влітають в магнітне поле. У скільки разів радіус кривизни R_1 траєкторії протона більше від радіуса кривизни R_2 траєкторії електрона?

25. Протон та електрон, прискорені однаковою різницею потенціалів, влітають в магнітне поле. У скільки разів радіус кривизни R_1 траєкторії протона більше від радіуса кривизни R_2 траєкторії електрона?

26. Яку кінетичну енергію має електрон, рухаючись в магнітному полі з індукцією 10^{-2} Тл по колу радіусом 124 мм?

27. Електрон, рухаючись в магнітному полі, індукція якого 10 мТл, має кінетичну енергію 0,14 пДж. Визначити радіус колової орбіти електрона.

28. Визначити індукцію магнітного поля, в якому рухається електрон з кінетичною енергією 0,178 пДж по колу радіусом 0,1 м.

29. Знайти індукцію магнітного поля, в якому рухається α -частинка з кінетичною енергією 500 еВ, якщо на неї діє сила $0,5 \cdot 10^{-14}$ Н.

30. Чому дорівнює заряд частинки, яка рухається по колу радіусом 0,1 м в магнітному полі з індукцією 10^{-2} Тл, маючи кінетичну енергію $1,4 \cdot 10^{-14}$ Дж? Маса частинки $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

31. У скільки разів період обертання T_1 протона в магнітному полі більше від періоду обертання T_2 α -частинки, яка рухається перпендикулярно до силових ліній.

32. В однорідне магнітне поле перпендикулярно до силових ліній влітає α -частинка, кінетична енергія якої $8 \cdot 10^{-17}$ Дж. Індукція магнітного поля 0,1 Тл. Знайти силу, що діє на α -частинку.

33. У магнітному полі з індукцією 0,1 Тл рухається α -частинка, на яку діє сила $0,5 \cdot 10^{-14}$ Н. Визначити її кінетичну енергію.

34. У магнітному полі з індукцією 0,1 Тл рухається заряджена частинка масою $6,4 \cdot 10^{-27}$ кг, на яку діє сила $0,5 \cdot 10^{-14}$ Н. Кінетична енергія частинки $8 \cdot 10^{-17}$ Дж. Визначити величину її заряду.

35. Визначити масу зарядженої частинки ($q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл), яка рухається в магнітному полі з індукцією 0,1 Тл, маючи кінетичну енергію $8 \cdot 10^{-17}$ Дж. Сила, що діє на частинку, дорівнює $0,5 \cdot 10^{-14}$ Н.

36. Знайти радіус кола, по якому рухається α -частинка в магнітному полі з індукцією 0,1 Тл, маючи кінетичну енергію $8 \cdot 10^{-17}$ Дж.

37. У магнітному полі, індукція якого 0,1 Тл, по колу радіусом 316 мм рухається α -частинка. Визначити її кінетичну енергію.

38. Визначити індукцію магнітного поля, в якому рухається α -частинка по колу радіусом 3,16 см, маючи кінетичну енергію $8 \cdot 10^{-17}$ Дж.

39. Заряджена частинка ($m = 6,4 \cdot 10^{-27}$ кг) рухається в магнітному полі з індукцією 100 мТл по колу радіусом 3,16 см. Кінетична енергія частинки $8 \cdot 10^{-17}$ Дж. Знайти заряд частинки.

40. У магнітному полі, індукція якого 0,1 Тл, по коловій орбіті рухається α -частинка. Визначити її період обертання.

41. Яку масу має заряджена частинка ($q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл), що рухається в магнітному полі з індукцією 0,1 Тл по колу радіусом 31,6 мм? Кінетична енергія частинки $8 \cdot 10^{-17}$ Дж.

42. У магнітне поле з індукцією 25 мТл влітає α -частинка, момент імпульсу якої $1,33 \cdot 10^{-22}$ кг·м²/с. Найдти її кінетичну енергію.

43. В однорідному магнітному полі з індукцією $25 \cdot 10^{-3}$ Тл та кінетичною енергією $8,31 \cdot 10^{-17}$ Дж по коловій орбіті рухається α -частинка. Визначити момент імпульсу цієї частинки.

44. Визначити індукцію магнітного поля, в якому рухається α -частинка по коловій орбіті з кінетичною енергією $8,31 \cdot 10^{-17}$ Дж. Момент імпульсу частинки дорівнює $1,33 \cdot 10^{-22}$ кг·м²/с.

45. Заряджена частинка масою $6,4 \cdot 10^{-27}$ кг рухається по колу в магнітному полі з індукцією $25 \cdot 10^{-3}$ Тл. Момент імпульсу частинки $1,33 \cdot 10^{-22}$ кг·м²/с, а кінетична енергія $8,31 \cdot 10^{-17}$ Дж. Визначити величину заряду цієї частинки.

46. У магнітному полі, індукція якого $25 \cdot 10^{-3}$ Тл, по колу рухається заряджена частинка ($q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл). Її кінетична енергія $8,31 \cdot 10^{-17}$ Дж, а момент імпульсу $1,33 \cdot 10^{-22}$ кг·м²/с. Визначити масу m частинки.

47. Знайти відношення q/m для зарядженої частинки, якщо вона, влітаючи зі швидкістю 10^6 м/с в магнітне поле напруженістю $2 \cdot 10^5$ А/м, рухається по колу радіусом 83 мм.

48. Заряджена частинка ($q/m = 4,8 \cdot 10^7$ Кл/кг) влітає в магнітне поле зі швидкістю 10^6 м/с і рухається по колу радіусом 8,3 см. Знайти індукцію магнітного поля.

49. У магнітне поле напруженістю $2 \cdot 10^5$ А/м влітає заряджена частинка ($q/m = 4,8 \cdot 10^7$ Кл/кг) зі швидкістю 10^6 м/с. Визначити радіус колової орбіти, по якій рухається частинка.

50. Електрон рухається в магнітному полі, індукція якого 2 мТл, по коловій орбіті. Визначити період обертання електрона.

51. З якою швидкістю повинна влітати заряджена частинка ($q/m = 4,8 \cdot 10^7$ Кл/кг), щоб в магнітному полі напруженістю $2 \cdot 10^5$ А/м рухатись по колу радіусом $8,3 \cdot 10^{-2}$ м?

52. Заряджена частинка ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; $m = 9 \cdot 10^{-31}$ кг) влітає в однорідне поле напруженістю 3 А/м. Визначити частоту обертання частинки в магнітному полі.

53. Заряджена частинка ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; $m = 9 \cdot 10^{-31}$ кг) влітає в магнітне поле і обертається по коловій орбіті з частотою 10^5 Гц. Визначити напруженість магнітного поля.

54. Заряджена частинка ($m = 9 \cdot 10^{-27}$ кг) обертається в магнітному полі напруженістю 3 А/м з частотою 10^5 Гц. Визначити величину заряду частинки.

55. Визначити масу зарядженої частинки ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл), яка обертається в магнітному полі напруженістю 3 А/м по коловій орбіті з частотою 10^5 Гц.

56. Заряджена частинка ($q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл; $m = 23 \cdot 10^{-27}$ кг) обертається в магнітному полі напруженістю 3 А/м по коловій орбіті з частотою 10^3 Гц. За цими даними визначити магнітну проникність середовища, в якому рухається частинка.

57. У магнітне поле напруженістю $4 \cdot 10^5$ А/м влітає під кутом 30° зі швидкістю $2 \cdot 10^6$ м/с заряджена частинка ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл), на яку діє сила $8 \cdot 10^{-14}$ Н. Визначити величину магнітної проникності середовища.

58. Заряджена частинка ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) влітає в магнітне поле ($\mu = 1$) напруженістю $2 \cdot 10^5$ А/м зі швидкістю $2 \cdot 10^6$ м/с під кутом 30° до напрямку поля. На неї діє сила $8 \cdot 10^{-4}$ Н. При цих даних визначити значення магнітної сталої μ_0 .

59. У магнітному полі напруженістю $3 \cdot 10^2$ А/м обертається електрон по колу радіусом 0,09 м. Визначити швидкість електрону.

60. Електрон влітає зі швидкістю $6 \cdot 10^6$ м/с в однорідне магнітне поле з напруженістю $3 \cdot 10^2$ А/м і рухається в ньому по колу. Визначити радіус колової орбіти.

61. Визначити частоту обертання електрона по коловій орбіті в магнітному полі, індукція якого 2 мТл.

62. Електрон, прискорений різницею потенціалів 6 кВ, влітає в однорідне магнітне поле під кутом 42° до силових ліній і рухається по гвинтовій траєкторії. Індукція магнітного поля 13 мТл. Знайти радіус гвинтової траєкторії.

63. Електрон, прискорений різницею потенціалів 6 кВ, влітає в

однорідне магнітне поле, індукція якого 13 мТл, під кутом α до силових ліній поля. Радіус гвинтової траєкторії руху електрона 10^{-2} м. Визначити величину кута α .

64. Електрон, прискорений різницею потенціалів U , влітає в магнітне поле, індукція якого 24 мТл, під кутом 30° до силових ліній. Радіус гвинтової траєкторії 10^{-2} м. Визначити величину різниці потенціалів.

65. Електрон, прискорений різницею потенціалів 1200 В, влітає в магнітне поле під кутом 30° до напрямку поля. Траєкторією польоту електрона є гвинтова лінія радіусом 10^{-3} м. Визначити індукцію магнітного поля.

66. Заряджена частинка $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, прискорена різницею потенціалів 6 кВ, влітає в магнітне поле під кутом 30° і рухається по гвинтовій лінії радіусом 10^{-2} см. Індукція магнітного поля 0,3 мТл. Визначити величину заряду частинки.

67. Визначити масу зарядженої частинки ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл), яка після прискорення різницею потенціалів 6 кВ влітає в магнітне поле з індукцією 25 мТл під кутом 30° . Радіус гвинтової траєкторії 10^{-2} м.

68. Електрон, прискорений різницею потенціалів $6 \cdot 10^3$ В, влітає в магнітне поле під кутом 37° до силових ліній і рухається по гвинтовій траєкторії. Індукція магнітного поля 13 мТл. Знайти крок гвинтової траєкторії.

69. Електрон, прискорений різницею потенціалів 6 кВ, влітає в магнітне поле під кутом 30° до силових ліній і рухається по гвинтовій траєкторії з кроком $10,9 \cdot 10^{-2}$ м. Визначити індукцію магнітного поля.

70. В однорідне магнітне поле, індукція якого 13 мТл, влітає електрон, прискорений різницею потенціалів U , під кутом 67° до силових ліній поля. В магнітному полі він рухається по гвинтовій траєкторії з кроком 1,9 см. Визначити величину різниці потенціалів U .

71. Електрон, прискорений різницею потенціалів 6 кВ, влітає під кутом α до напрямку силових ліній в магнітне поле, індукція якого 24 мТл, і рухається по гвинтовій траєкторії з кроком $10,9 \cdot 10^{-2}$ м. Визначити величину кута.

72. Заряджена частинка масою $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг, прискорена різницею потенціалів 6 кВ, влітає в магнітне поле, індукція якого 13 мТл, під кутом 30° до напрямку поля і рухається в ньому по гвинтовій траєкторії з кроком $10,9 \cdot 10^{-2}$ м. Визначити величину заряду частинки.

73. Частинка ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл), прискорена різницею потенціалів

6 кВ, влітає в магнітне поле, індукція якого 13 мТл, під кутом 30° до напрямку силових ліній і рухається в ньому по гвинтовій траєкторії з кроком $10,9 \cdot 10^{-2}$ м. Визначити масу частинки.

74. Заряджена частинка, прискорена різницею потенціалів $6 \cdot 10^3$ В, влітає в магнітне поле, індукція якого 13 мТл, під кутом 30° до силових ліній і рухається в ньому по гвинтовій траєкторії з кроком 10,9 см. Користуючись цими даними, визначити величину відношення заряду частинки до її маси.

75. Елементарна частинка зарядом q та масою m , прискорена різницею потенціалів 6 кВ, влітає в магнітне поле, індукція якого 13 мТл, під кутом 30° до напрямку поля і рухається в ньому по гвинтовій лінії радіусом 10^{-2} м. Користуючись цими даними, визначити відношення q/m для цієї частинки.

76. Заряджена частинка рухається в магнітному полі, індукція якого 2 мТл, по коловій орбіті з періодом обертання 178 мкс. Користуючись цими даними, визначити відношення q/m для цієї частинки.

77. Протон обертається в магнітному полі, індукція якого 2 Тл, по коловій орбіті радіусом R . Кінетична енергія протона $3,2 \cdot 10^{-17}$ Дж. Визначити радіус орбіти.

78. Іони двох ізотопів масами $m_1 = 6,5 \cdot 10^{-26}$ кг і $m_2 = 6,8 \cdot 10^{-26}$ кг з однаковими зарядами $4,8 \cdot 10^{-19}$ Кл, прискорені різницею потенціалів 0,5 кВ, влітають в однорідне магнітне поле, індукція якого 0,5 Тл, перпендикулярно до ліній індукції. На скільки будуть відрізнятися радіуси траєкторій іонів у магнітному полі?

79. В однорідне магнітне поле, індукція якого 0,2 Тл, перпендикулярно до його напрямку зі сталою швидкістю влітає заряджена частинка. Протягом 50 мкс вмикається електричне поле напруженістю 0,5 кВ/м в напрямку, паралельному магнітному полю. Визначити крок гвинтової траєкторії руху частинки.

80. Визначити, при якій швидкості заряджена частинка, рухаючись перпендикулярно до схрещених під прямим кутом однорідних електричного ($E = 10^5$ В/м) і магнітного ($B = 5 \cdot 10^{-2}$ Тл) полів, не буде відхилятися.

81. Електрон рухається по колу в однорідному магнітному полі з індукцією 0,1 Тл. Визначити кутову швидкість обертання електрона.

82. В однорідному магнітному полі рухається електрон по колу з кутовою швидкістю $1,76 \cdot 10^{10}$ рад/с. Визначити величину індукції магнітного поля.

83. В однорідному магнітному полі, індукція якого 0,1 Тл, ру-

хається заряджена частинка масою $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг по колу з кутовою швидкістю $1,76 \cdot 10^{10}$ рад/с. Визначити величину її заряду.

84. Заряджена частинка ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) рухається в однорідному полі, індукція якого $0,1$ Тл, по колу з кутовою швидкістю $1,76 \cdot 10^{10}$ рад/с. Визначити масу цієї частинки.

85. В однорідному магнітному полі перпендикулярно до ліній магнітної індукції рухається прямолінійний провідник довжиною 40 см. Визначити силу Лоренца, яка діє на вільний електрон провідника, якщо на його кінцях виникає різниця потенціалів 10 мкВ.

86. В однорідному магнітному полі перпендикулярно до ліній магнітної індукції рухається прямолінійний провідник довжиною 40 см. На вільний електрон провідника діє сила Лоренца $4 \cdot 10^{-24}$ Н. Визначити величину різниці потенціалів, яка виникне при даних умовах на кінцях цього провідника.

87. Унаслідок руху прямолінійного провідника в магнітному полі перпендикулярно до ліній магнітної індукції на його кінцях виникає різниця потенціалів 10 мкВ. На вільний електрон провідника діє сила Лоренца $4 \cdot 10^{-24}$ Н. Визначити довжину провідника.

88. В однорідному магнітному полі рухається прямолінійний провідник довжиною 40 см. Унаслідок цього на кінцях провідника виникає різниця потенціалів 10 мкВ. На вільний електрон провідника діє сила Лоренца $4 \cdot 10^{-24}$ Н. Користуючись цими даними, визначити величину заряду електрона.

89. Електрон рухається в магнітному полі, індукція якого 2 мТл, по коловій орбіті радіусом $0,15$ м. Визначити магнітний момент еквівалентного колового струму.

90. Електрон рухається по коловій орбіті радіусом $0,15$ м у магнітному полі. Величина магнітного моменту еквівалентного колового струму $6,33 \cdot 10^{-13}$ А·м². Визначити величину індукції магнітного поля.

91. Електрон рухається в магнітному полі, індукція якого 2 мТл, по коловій орбіті. При цьому величина магнітного моменту еквівалентного колового струму дорівнює $6,33 \cdot 10^{-13}$ А·м². Визначити радіус колової орбіти, по якій обертається електрон.

92. Заряджена частинка ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) рухається в магнітному полі, індукція якого 2 мТл, по коловій орбіті радіусом 15 см. Величина магнітного моменту еквівалентного колового струму дорівнює $6,33 \cdot 10^{-13}$ А·м². Яку масу має заряджена частинка?

93. Заряджена частинка масою $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг рухається в магнітному полі, індукція якого 2 мТл, по коловій орбіті радіусом 15 см. Магніт-

ний момент еквівалентного колового струму дорівнює $6,33 \cdot 10^{-13} \text{ А} \cdot \text{м}^2$.
Визначити величину заряду цієї частинки .

94. У магнітному полі, індукція якого $0,1 \text{ Тл}$, рухається α -частинка по коловій орбіті. Визначити величину еквівалентного колового струму.

95. У магнітному полі рухається α -частинка по коловій орбіті, утворюючи еквівалентний коловий струм величиною $0,24 \text{ пА}$. Визначити величину індукції магнітного поля.

96. У магнітному полі, індукція якого $0,1 \text{ Тл}$, рухається заряджена частинка масою $6,8 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ по коловій орбіті, утворюючи еквівалентний коловий струм силою $2,4 \cdot 10^{-13} \text{ А}$. Визначити заряд цієї частинки.

97. У магнітне поле, індукція якого $0,1 \text{ Тл}$, влітає заряджена частинка ($q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$) і рухається по коловій орбіті, утворюючи еквівалентний струм $0,24 \text{ пА}$. Яка маса цієї частинки?

98. Визначити, якої максимальної швидкості набуде заряджене тіло, що зісковзує по похилій площині в магнітному полі, індукція якого B , та полі тяжіння. Маса і заряд тіла q та m . Магнітне поле паралельне похилій площині та перпендикулярне до поля тяжіння. Кут нахилу площини до обрію α . Коефіцієнт тертя тіла о площину μ .

99. Заряджена частинка ($m = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$) обертається в магнітному полі, індукція якого $6,28 \cdot 10^{-2} \text{ Тл}$, по коловій орбіті з частотою 10^6 с^{-1} . Визначити заряд частинки.

100. Електрон, прискорений різницею потенціалів $0,6 \text{ кВ}$, рухається паралельно прямому довгому провіднику на відстані 14 мм від нього. Визначити силу, яка діє на електрон, якщо крізь провідник пропускати струм $5,45 \text{ А}$.

101. Пучок заряджених частинок рухається з швидкістю $2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ перпендикулярно до схрещених під прямим кутом однорідних електричного та магнітного ($B = 50 \text{ мТл}$) полів. Якою повинна бути напруженість електричного поля, щоб частинки не відхилялись?

102. В однорідне магнітне поле, індукція якого $0,452 \text{ Тл}$, перпендикулярно до ліній магнітної індукції зі сталою швидкістю влітає заряджена частинка. Протягом 55 мкс вмикається електричне поле напруженістю 588 В/м в напрямку, паралельному магнітному полю. Визначити крок гвинтової траєкторії зарядженої частинки.

103. В однорідне магнітне поле, індукція якого $0,2 \text{ Тл}$, перпендикулярно до ліній магнітної індукції з сталою швидкістю влітає заряджена частинка. Протягом 5 мкс вмикається електричне поле, силові лінії якого паралельні магнітному полю. Внаслідок чого частинка стала рухатись по гвинтовій лінії, крок якої $78,5 \text{ мм}$? Визначити величину напруженості електричного поля.

104. В однорідне магнітне поле перпендикулярно до ліній магнітної індукції зі сталою швидкістю влітає заряджена частинка. Протягом 35 мкс вмикається електричне поле напруженістю 0,5 кВ/м в напрямку, паралельному магнітному полю. Внаслідок чого частинка стала рухатись по гвинтовій лінії, крок якої 78,5 мм? Визначити величину напруженості магнітного поля.

105. Заряджена частинка, рухаючись у магнітному полі по дузі кола радіусом $R_1 = 2$ см, пройшла крізь свинцеву пластинку, розташовану на шляху частинки. Внаслідок втрати енергії частинкою радіус кривизни траєкторії змінився і став $R_2 = 1$ м. У скільки разів змінилась кінетична енергія частинки?

106. Заряджена частинка влетіла перпендикулярно до ліній індукції в однорідне магнітне поле, утворене в середовищі. Внаслідок взаємодії з речовиною частинка, перебуваючи в полі, змінила в чотири рази величину своєї початкової енергії. У скільки разів зміниться радіус кривизни траєкторії початку та кінця шляху?

107. Протон рухається по коловій орбіті в магнітному полі, індукція якого 0,628 мТл. Визначити частоту обертання протону.

108. Елементарна частинка з зарядом $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл обертається в магнітному полі по коловій орбіті з частотою 10^6 Гц. Визначити масу частинки, якщо індукція магнітного поля дорівнює 0,628 мТл.

109. Протон обертається в магнітному полі по круговій орбіті з частотою 10^6 Гц. Визначити індукцію магнітного поля.

110. Заряджена частинка обертається в магнітному полі, індукція якого 0,628 мТл, по коловій орбіті з частотою 10^6 Гц. Визначити відношення заряду до маси цієї частинки.

111. Електрон прискорюється електричним полем, напруженість якого $E = \text{const}$. Через 10 мс він влітає в магнітне поле, яке перпендикулярне до електричного. Індукція магнітного поля 10^{-5} Тл. У скільки разів нормальне прискорення електрона в цей момент часу більше його тангенціального прискорення?

112. Позитивно заряджена частинка влітає в однаково спрямовані перпендикулярно до її швидкості однорідні магнітне та електричне поля. Визначити, під яким кутом до полів буде спрямоване її прискорення в цей момент, якщо швидкість частинки 1 км/с, індукція магнітного поля 50 мкТл, напруженість електричного поля 35 В/м.

113. Протон рухається в магнітному полі, індукція якого 3,14 Тл, по коловій орбіті. Через який інтервал часу напрямок вектору швидкості протона зміниться на 180° ?

114. Заряджена частинка ($m = 1,6 \cdot 10^{-27}$ кг) рухається в магнітному полі, індукція якого 3,14 Тл, по коловій орбіті. Через 10 нс напрямок вектору лінійної швидкості змінився на 180° . Визначити величину заряду цієї частинки.

115. У магнітному полі, індукція якого 3,14 Тл, по коловій орбіті рухається частинка зарядом $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Через 10 нс напрямок вектору лінійної швидкості змінився на 180° . Визначити масу цієї частинки.

116. У магнітному полі по коловій орбіті рухається заряджена частинка ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл; $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$ кг). Через 10 нс напрямок вектору лінійної швидкості змінився на 180° . Визначити величину індукції магнітного поля.

117. У магнітному полі, індукція якого 3,14 Тл, по коловій орбіті рухається заряджена частинка. Через 10 нс напрямок вектору лінійної швидкості частинки змінюється на 180° . Визначити відношення q/m цієї частинки.

118. Протон рухається в магнітному полі напруженістю $5 \cdot 10^6$ А/м по коловій орбіті. Через який час напрямок вектору лінійної швидкості протона зміниться на 90° ?

119. У магнітному полі напруженістю $5 \cdot 10^6$ А/м по коловій орбіті рухається частинка зарядом $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл. Через 5 нс напрямок вектору лінійної швидкості змінився на 90° . Визначити масу цієї частинки.

120. Заряджена частинка масою $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг рухається в магнітному полі напруженістю $5 \cdot 10^6$ А/м по коловій орбіті. Через 5 нс напрямок вектору лінійної швидкості змінився на 90° . Визначити величину заряду цієї частинки.

121. У магнітному полі напруженістю $5 \cdot 10^6$ А/м по коловій орбіті рухається заряджена частинка. Через 5 нс напрямок вектору лінійної швидкості частинки змінився на 90° . Визначити відношення q/m для цієї частинки.

122. Під кутом 30° до напрямку магнітного поля, індукція якого 0,1 Тл, влітає заряджена частинка і рухається в ньому по гвинтовій лінії радіусом 1,5 см. Кінетична енергія частинки $7,2 \cdot 10^{-17}$ Дж. Визначити відношення q/m для цієї частинки.

123. У магнітному полі по коловій орбіті рухається протон. Через 5 нс напрямок вектору лінійної швидкості протону змінився на 90° . Визначити напруженість магнітного поля.

124. Протон влітає в однорідне магнітне поле під кутом 45° до напрямку силових ліній та рухається по гвинтовій лінії радіусом 1,5 см. Індукція магнітного поля 0,1 Тл. Знайти кінетичну енергію протона.

125. Протон влітає в магнітне поле під деяким кутом α до напрямку силових ліній та рухається по гвинтовій лінії радіусом 1,5 см. Індукція магнітного поля дорівнює 0,1 Тл. Під яким кутом влетів протон в магнітне поле?

126. Протон влітає в магнітне поле під кутом α до напрямку силових ліній та рухається по гвинтовій лінії з кінетичною енергією $7,2 \cdot 10^{-17}$ Дж. Індукція магнітного поля 0,1 Тл. Визначити радіус гвинтової лінії, по якій рухається протон.

127. Протон влітає в магнітне поле під кутом 30° до напрямку силових ліній та рухається по гвинтовій лінії радіусом 15 мм з кінетичною енергією $7,2 \cdot 10^{-17}$ Дж. Визначити величину індукції магнітного поля.

128. Заряджена частинка масою $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг влітає в магнітне поле під кутом 30° до напрямку силових ліній та рухається по гвинтовій лінії радіусом 15 мм з кінетичною енергією $7,2 \cdot 10^{-17}$ Дж. Індукція магнітного поля 0,1 Тл. Визначити заряд цієї частинки.

129. У магнітне поле, індукція якого 0,1 Тл, влітає частинка з зарядом $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл під кутом 30° до напрямку силових ліній та рухається по гвинтовій лінії радіусом 1,5 см з кінетичною енергією $7,2 \cdot 10^{-17}$ Дж. Яку масу має ця частинка?

130. Електрон влітає в плоский горизонтальний конденсатор паралельно його пластинкам зі швидкістю 10 Мм/с. Довжина конденсатора 5 см. Напруженість електричного поля конденсатора 10 кВ/м. Вилітаючи з конденсатора, електрон потрапляє в магнітне поле, перпендикулярне до електричного. Індукція магнітного поля 10 мТл. Знайти радіус гвинтової траєкторії електрона в магнітному полі.

131. Електрон влітає в плоский горизонтальний конденсатор паралельно його пластинам зі швидкістю 10^7 м/с. Довжина конденсатора 50 мм. Напруженість електричного поля конденсатора 10^4 В/м. При вильоті з конденсатора електрон потрапляє в магнітне поле, перпендикулярне до електричного. Індукція магнітного поля 10^{-2} Тл. Знайти крок гвинтової траєкторії електрона в магнітному полі.

132. Електрон, прискорений різницею потенціалів 3 кВ, влітає в магнітне поле соленоїда під кутом 30° до його вісі. Кількість ампер-витків соленоїду $5 \cdot 10^3$ А·в. Довжина соленоїда 25 см. Знайти крок гвинтової траєкторії електрона в магнітному полі.

133. Електрон, прискорений різницею потенціалів 4 кВ, влітає в магнітне поле соленоїда під кутом 30° до його вісі. Кількість ампер-витків соленоїда 5000 А·в. Довжина соленоїда 25 см. Знайти радіус гвинтової траєкторії електрона в магнітному полі.

134. Електрон, прискорений різницею потенціалів U , влітає в магнітне поле соленоїда під кутом 30° до його вісі. Кількість ампервитків соленоїду 5000 ав. Довжина соленоїда 25 см. Радіус гвинтової траєкторії електрона в магнітному полі $3,68 \cdot 10^{-3}$ м. Знайти величину різниці потенціалів U .

135. Електрон влітає зі швидкістю $3,25 \cdot 10^7$ м/с в магнітне поле соленоїда під кутом 30° до його вісі і рухається по гвинтовій траєкторії радіусом 3,68 мм. Обмотка соленоїда налічує 1000 витків, по яких протікає струм 5 А. Визначити довжину соленоїда.

136. Протон влітає зі швидкістю $7,8 \cdot 10^4$ м/с до простору, де на нього діють два взаємно перпендикулярних магнітних поля з магнітними індукціями $B_1 = 2,5 \cdot 10^{-2}$ Тл та $B_2 = 3 \cdot 10^{-2}$ Тл. Вектори B_1 і B_2 перпендикулярні до вектора швидкості. Визначити радіус траєкторії його руху.

137. Прямий провідник довжиною 1 м переміщується в магнітному полі. Провідник, магнітне поле і напрямок переміщення провідника перпендикулярні між собою. Визначити силу Лоренца, з якою магнітне поле діє на вільний електрон, що знаходиться в провіднику, якщо виникаюча на його кінцях різниця потенціалів дорівнює 0,26 мВ.

138. У магнітному полі переміщується прямий провідник довжиною 2 м. Сила Лоренца, з якою магнітне поле діє на вільний електрон, що знаходиться в провіднику, дорівнює $4,8 \cdot 10^{-24}$ Н. Визначити різницю потенціалів, яка виникає на кінцях провідника. Провідник, магнітне поле і напрямок переміщення провідника перпендикулярні між собою.

139. Сила Лоренца, з якою магнітне поле діє на вільний електрон, що знаходиться в рухомому відносно магнітного поля провіднику, дорівнює $4,8 \cdot 10^{-24}$ Н. Визначити довжину провідника, якщо на його кінцях виникає різниця потенціалів 60 мкВ. Провідник, магнітне поле і напрямок переміщення провідника перпендикулярні між собою.

140. α -частинка влітає в однорідні магнітне та електричне поля, однаково спрямовані перпендикулярно до її швидкості. Визначити, під яким кутом до цих полів буде спрямоване прискорення, якщо швидкість частинки $34 \cdot 10^4$ м/с. Індукція магнітного поля 54 мТл, напруженість електричного поля 35 В/м.

141. Електрон прискорюється електричним полем, напруженість якого 43 В/м. Через 0,1 с він влітає в магнітне поле, перпендикулярне до електричного, магнітна індукція котрого 10^{-5} Тл. У скільки разів нормальне прискорення електрона в цей момент більше від його тангенціального прискорення?

142. Протон прискорюється електричним полем, напруженість якого 78 В/м . Через $0,5 \text{ с}$ він влітає в магнітне поле, перпендикулярне до електричного, магнітна індукція котрого 10^{-5} Тл . У скільки разів нормальне прискорення протона в цей момент більше від його тангенціального прискорення?

143. В однорідному горизонтальному магнітному полі падає з прискоренням $9,7 \text{ м/с}^2$ прямолінійний незакріплений горизонтальний мідний провідник довжиною 150 см з поперечним перерізом 2 мм^2 . По провіднику протікає струм 10 А , який спрямований перпендикулярно до поля. Визначити індукцію поля. Прискорення вільного падіння $9,8 \text{ м/с}^2$, густина міді $9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

144. В однорідному горизонтальному магнітному полі падає з прискоренням $9,3 \text{ м/с}^2$ мідний провідник довжиною 2 м і поперечним перерізом 1 мм^2 , по якому протікає струм 12 А , спрямований перпендикулярно до поля. Визначити силу Ампера, яка діє на провідник. Прискорення вільного падіння $9,8 \text{ м/с}^2$, густина міді $9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

145. В однорідному горизонтальному магнітному полі з індукцією $1,8 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$ падає з прискоренням $9,7 \text{ м/с}^2$ прямолінійний мідний провідник з поперечним перерізом 2 мм^2 , по якому протікає струм, спрямований перпендикулярно до поля. Визначити струм в провіднику. Прискорення вільного падіння $9,8 \text{ м/с}^2$, густина міді $9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

146. Провідник масою 18 г і довжиною 2 м , по якому протікає струм 10 А , спрямований перпендикулярно до магнітного поля, індукція якого 180 мкТл , падає з прискоренням. Визначити величину прискорення падіння, якщо прискорення вільного падіння $9,8 \text{ м/с}^2$.

147. Провідник масою 12 г і довжиною $1,8 \text{ м}$, по якому протікає струм 10 А , падає з прискоренням $9,6 \text{ м/с}^2$ в однорідному горизонтальному магнітному полі з індукцією $3,6 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$. Струм спрямований перпендикулярно до поля. За цими даними визначити прискорення вільного падіння.

148. Крізь переріз $S = ab$ мідної пластинки товщиною $a = 0,5 \text{ мм}$ і висотою $b = 10 \text{ мм}$ пропускається струм 20 А . При розміщенні пластинки в магнітному полі, перпендикулярному до ребра в напрямку струму, виникає поперечна різниця потенціалів $3,1 \text{ мкВ}$. Індукція магнітного поля 1 Тл . Знайти концентрацію електронів провідності в міді.

149. У випадку ефекту Холла для натрієвого провідника при густині струму $1,5 \text{ А/м}^2$ і магнітній індукції 2 Тл напруженість поперечного електричного поля $7,5 \cdot 10^{-4} \text{ В/м}$. Визначити концентрацію електронів провідності.

150. У випадку ефекту Холла для натрієвого провідника при густині струму 5 А/м^2 і магнітній індукції 2 Тл виникає поперечне електричне поле. Концентрація електронів провідності $2,5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$. Визначити напруженість поперечного електричного поля.

2. ЗАКОН БІО-САВАРА–ЛАПЛАСА (прямий, круговий провідники, соленоїди)

151. Визначити напруженість магнітного поля в точці, яка знаходиться на відстані 2 см від нескінченно довгого провідника, по якому протікає струм 5 А .

152. Визначити напруженість магнітного поля в центрі кругового дровового витка радіусом 1 см , по якому протікає струм 1 А .

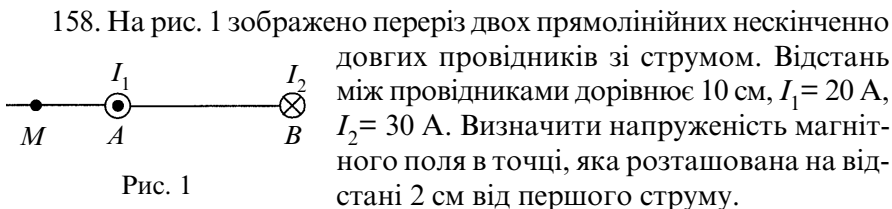
153. Два прямолінійних нескінченно довгих провідника розташовані паралельно на відстані 10 см один від одного. По провідникам протікають струми по 5 А в протилежних напрямках. Визначити числове значення і напрямок напруженості магнітного поля в точці, яка знаходиться на відстані 10 см від кожного провідника.

154. По довгому вертикальному провіднику зверху вниз протікає струм 8 А . На якій відстані від нього напруженість поля, яка створюється від складання (поєднання) магнітного поля Землі і магнітного поля струму, спрямована вертикально вгору? Горизонтальна складова напруженості земного поля $15,92 \text{ А/м}$.

155. Визначити напруженість магнітного поля, що створюється відрізком прямолінійного провідника зі струмом, в точці, яка розташована на перпендикулярі до середини цього відрізка на відстані 5 см від нього. В провіднику протікає струм 20 А . Відрізок провідника можна бачити з точки під кутом 60° .

156. Визначити напруженість магнітного поля, що створюється відрізком прямолінійного провідника зі струмом, в точці, яка розташована на перпендикулярі до середини цього відрізка на відстані 6 см від нього. В провіднику тече струм 30 А . Відрізок провідника можна бачити з точки під кутом 90° .

157. Два кругових витка радіусом 4 см кожний розташовані в паралельних площинах на відстані $0,1 \text{ м}$ один від одного. В провідниках протікають струми по 2 А . Визначити напруженість магнітного поля на вісі витків в точці, яка знаходиться на однаковій відстані від них. Струми у витках течуть в протилежних напрямках.



159. Струм 20 А протікає по довгому провіднику, зігнутому під прямим кутом. Визначити напруженість магнітного поля в точці, яка знаходиться на бісектрисі цього кута на відстані 10 см від вершини кута.

160. Струм 20 А, протікаючи по кільцю з мідного дроту перерізом 1 мм^2 , створює в центрі кільця напруженість магнітного поля 180 А/м. Яка різниця потенціалів прикладена до кінців дроту, який створює кільце?

161. Визначити напруженість магнітного поля на вісі кругового контуру на відстані 3 см від його площини. Радіус контуру 4 см, сила струму в контурі 2 А.

162. Напруженість магнітного поля в центрі кругового витка радіусом 11 см дорівнює 70 А/м. Визначити напруженість магнітного поля на вісі витка на відстані 10 см від його площини.

163. Два кругових витка радіусом 4 см кожний розташовані в паралельних площинах на відстані 0,1 м один від одного. В провідниках течуть струми по 2 А. Визначити напруженість магнітного поля на вісі витків в точці, яка знаходиться на однаковій відстані від них. У витках струми течуть в одному напрямку.

164. Два кругових витка радіусом 12 см кожний розташовані в паралельних площинах на відстані 5 см один від одного. В витках течуть струми по 16 А. Визначити напруженість магнітного поля в центрі одного з витків. Струми в витках течуть в одному напрямку.

165. Два кругових витка радіусом 18 см кожний розташовані в паралельних площинах на відстані 25 см один від одного. В витках течуть струми по 25 А. Визначити напруженість магнітного поля в центрі одного з витків. Струми в витках течуть в протилежних напрямках.

166. Два кругових витка розташовані в двох взаємно перпендикулярних площинах так, що центри цих витків співпадають. Радіус кожного з витків 2 см, струми, що течуть у витках, дорівнюють 5 А. Визначити напруженість магнітного поля в центрі цих витків.

167. З дроту довжиною 1 м виготовлена квадратна рамка, в рамці протікає струм 10 А. Визначити напруженість магнітного поля в центрі рамки.

168. У центрі кругового дротового витка створюється магнітне поле з різницею потенціалів U на кінцях витка. Як треба змінити прикладену напругу, щоб отримати таку ж напруженість магнітного поля в центрі витка вдвічі більшого радіуса, виготовленого з того ж дроту?

169. В рамці з дроту, яка має форму правильного шестикутника, тече струм в 2 А. При цьому в центрі рамки створюється магнітне поле напруженістю 33 А/м. Визначити довжину дроту, з якого виготовлена рамка.

170. Нескінченно довгий дріт створює кругову петлю, дотичну до дроту. По дроту тече струм силою 5 А. Визначити радіус петлі, якщо відомо, що напруженість магнітного поля в центрі петлі дорівнює 41 А/м.

171. Котушка довжиною 30 см складається з 1000 витків. Визначити напруженість магнітного поля всередині котушки, якщо струм, що протікає в котушці, дорівнює 2 А. Діаметр котушки вважати малим у порівнянні з її довжиною.

172. Обмотка котушки зроблена з дроту діаметром 0,8 мм. Витки щільно прилягають один до одного. Вважаючи котушку достатньо довгою, визначити напруженість магнітного поля всередині котушки при силі струму 1 А.

173. З дроту діаметром 2 мм треба намотати соленоїд, усередині якого напруженість магнітного поля повинна дорівнювати 24 кА/м. Найбільша сила струму, яку можна пропускати по дроту, дорівнює 10 А. З якої кількості шарів буде складатися обмотка соленоїда, якщо витки намотувати щільно один до одного? Діаметр котушки вважати малим у порівнянні з її довжиною.

174. Треба отримати напруженість магнітного поля, яка дорівнює 10 кА/м, у соленоїді довжиною 20 см і діаметром 5 см. Визначити: кількість ампер-витків соленоїда; різницю потенціалів, яку треба прикласти до кінців обмотки з мідного дроту діаметром 0,5 мм. Поле соленоїда вважати однорідним.

175. На рис. 2 зображено переріз двох прямолінійних нескінченно довгих провідників зі струмом. Відстань AB між провідниками дорівнює 16 см; $I_1 = 34$ А; $I_2 = 25$ А.

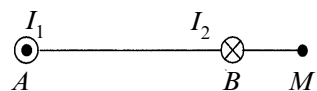


Рис. 2

Визначити напруженість магнітного поля, створеного струмами I_1 і I_2 , в точці M . Відстань $BM = 7$ см.

176. На рис. 3 зображено переріз двох прямолінійних нескінченно довгих провідників зі струмом. Відстань AB між двома провідниками дорівнює 7 см; $I_1 = 22$ А; $I_2 = 45$ А. Визначити напруженість магнітного поля, створеного струмами I_1 та I_2 , в точці M . Відстань $AM = 3$ см.

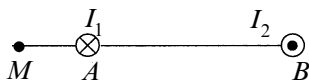


Рис. 3

177. На рис. 4 зображено переріз трьох прямолінійних нескінченно довгих провідників зі струмом. Відстань $AB = BC = 5$ см; $I_1 = I_2 = I$; $I_3 = 2I$. Визначити точку на прямій AC , в якій напруженість магнітного поля, створеного струмами I_1 , I_2 , I_3 , дорівнює нулю.

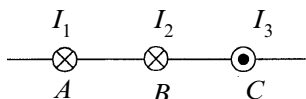


Рис. 4

178. На рис. 5 зображено переріз трьох прямолінійних нескінченно довгих провідників зі струмом. Відстань $AB = BC = 5$ см; $I_1 = I_2 = I$; $I_3 = 2I$. Визначити точку на прямій AC , в якій напруженість магнітного поля, створеного струмами I_1 , I_2 , I_3 , дорівнює нулю.

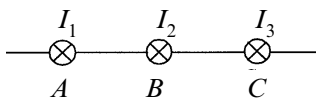


Рис. 5

179. На рис. 6 зображено переріз двох прямолінійних нескінченно довгих провідників зі струмом. Відстань AB між провідниками дорівнює 20 см; $I_1 = 20$ А; $I_2 = 60$ А. Визначити напруженість магнітного поля, створеного струмами I_1 та I_2 , в точці M . Відстань $MA = 2$ см.

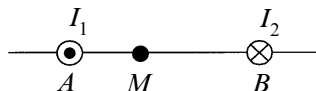


Рис. 6

180. На рис. 7 зображено переріз двох прямолінійних нескінченно довгих провідників зі струмом. Відстань AB між провідниками дорівнює 12 см; $I_1 = 56$ А; $I_2 = 10$ А. Визначити напруженість магнітного поля, створеного струмами I_1 та I_2 , в точці M . Відстань $AM = 24$ см.

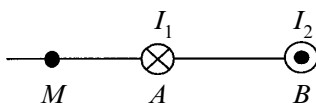


Рис. 7

181. На рис. 8 зображено переріз двох прямолінійних нескінченно довгих провідників зі струмом. Відстань AB між провідниками дорівнює 16 см; $I_1 = 23$ А; $I_2 = 14$ А. Визначити напруженість магнітного поля, створеного струмами I_1 та I_2 , в точці M . Відстань $BM = 7$ см.

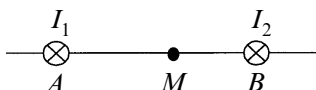


Рис. 8

182. На рис. 9 зображено переріз двох прямолінійних нескінченно довгих провідників зі струмом. Відстань AB між провідниками дорівнює 12 см; $I_1 = 2$ А; $I_2 = 30$ А. Визначити напруженість магнітного поля, створеного струмами I_1 та I_2 , в точці M . Відстань $BM = 8$ см.

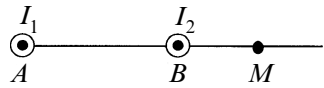


Рис. 9

183. Два прямолінійних нескінченно довгих провідника розташовані перпендикулярно один до одного та знаходяться в одній площині (рис. 10). Визначити напруженість магнітного поля в точці M , якщо $I_1 = 2$ А та $I_2 = 3$ А. Відстань $AM = 1$ см; $BM = 2$ см.

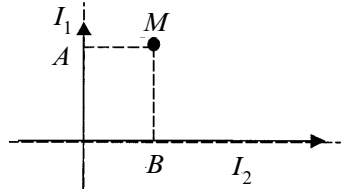


Рис. 10

184. Два прямолінійних нескінченно довгих провідника розташовані перпендикулярно один до одного та знаходяться в одній площині (рис. 11). Визначити напруженість магнітного поля в точці M , якщо $I_1 = 2$ А та $I_2 = 3$ А. Відстань $AM = 1$ см; $CM = 2$ см.

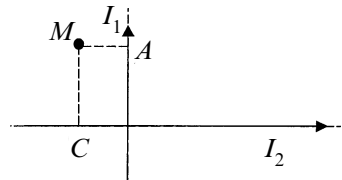


Рис. 11

185. Напруженість магнітного поля в центрі кругового витка радіусом 18 см дорівнює 43 А/м. Визначити напруженість на вісі витка в точці, яка розташована на відстані 12 см від центра витка.

186. Визначити магнітну індукцію в центрі тонкого кільця, в якому тече струм силою 51 А. Радіус кільця дорівнює 14 см.

187. В обмотці дуже короткої котушки радіусом 16 см тече струм силою 5 А. Скільки витків дроту намотано на котушку, якщо напруженість магнітного поля в її центрі дорівнює 800 А/м?

188. Два прямолінійних нескінченно довгих провідника розташовані перпендикулярно один до одного та знаходяться у взаємно перпендикулярних площинах (рис. 12). Визначити напруженість магнітного поля в точці M , якщо $I_1 = 4$ А та $I_2 = 5$ А. Відстань $AM = 1,5$ см; $MB = 2$ см.

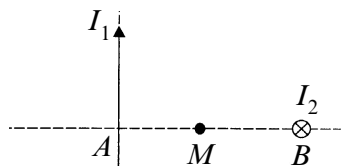


Рис. 12

189. По тонкому провідному кільцю радіусом 30 см тече струм силою 56 А. Визначити магнітну індукцію в точці, рівновіддаленій від всіх точок кільця на 25 см.

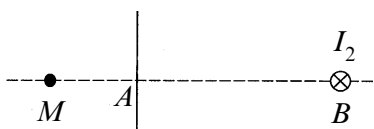


Рис. 13

190. Два прямолінійних нескінченно довгих провідника розташовані перпендикулярно один до одного та знаходяться у взаємно перпендикулярних площинах (рис. 13). Визначити напруженість магнітного поля в точці M , якщо $I_1 = 2 \text{ А}$ та $I_2 = 3 \text{ А}$. Відстань $AM = 3,25 \text{ см}$; $AB = 4,2 \text{ см}$.

191. В провіднику у вигляді тонкого кільця радіусом 10 см тече струм. Чому дорівнює сила струму, якщо магнітна індукція поля в точці A , яка знаходиться на вісі кільця на відстані 15 см від його центру, дорівнює 1 мкТл ?

192. Котушка довжиною 20 см має 100 витків тонкого дроту. По обмотці котушки протікає струм 5 А . Діаметр котушки дорівнює 20 см . Визначити магнітну індукцію в точці, яка знаходиться на вісі котушки на відстані 10 см від її кінця.

193. Довгий соленоїд з дроту діаметром $0,5 \text{ мм}$ намотаний таким чином, що витки щільно прилягають один до одного. Яка напруженість магнітного поля всередині соленоїда при силі струму 4 А ? Товщиною ізоляції знехтувати.

194. По прямому нескінченно довгому провіднику протікає струм 50 А . Визначити магнітну індукцію в точці, яка віддалена від провідника на відстань 5 см .

195. Два довгих паралельних дроти знаходяться на відстані 5 см один від одного. У дротах течуть в протилежних напрямках однакові струми силою 10 А кожний. Визначити напруженість магнітного поля в точці, яка знаходиться на відстані 3 см від одного та 4 см від другого дроту.

196. Три довгих паралельних дроти знаходяться на відстані 8 см один від одного. У дротах в одному напрямку протікають однакові струми 20 А . Визначити напруженість магнітного поля в точці, яка знаходиться на відстані 2 см від другого, та $13,856 \text{ см}$ від третього дроту.

197. Відстань між двома довгими паралельними дротами 10 см . По дротах в одному напрямку течуть однакові струми силою 30 А кожний. Визначити напруженість магнітного поля в точці, яка знаходиться на відстані 8 см від одного та на 6 см від другого дроту.

198. Відстань між двома довгими паралельними дротами 20 см . По дротах в протилежних напрямках течуть однакові струми силою 30 А кожний. Визначити магнітну індукцію в точці, яка віддалена від обох дротів на однакову відстань 20 см .

199. По двох нескінченно довгих прямих паралельних дротах течуть струми в 30 та 20 А в одному напрямку. Відстань між дротами дорівнює 20 см. Визначити магнітну індукцію в точці, яка віддалена від обох дротів на однакову відстань 10 см.

200. Два нескінченно довгих дроти схрещені під прямим кутом (рис. 14). В провідниках течуть струми силою 80 та 60 А. Відстань між дротами дорівнює 10 см. Визначити магнітну індукцію в точці A , однакою віддаленої від обох провідників.

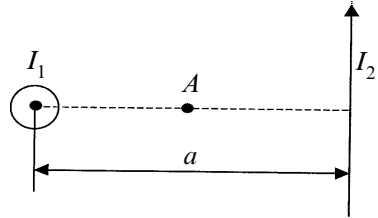


Рис. 14

201. Нескінченно довгий прямий дріт зігнутий під прямим кутом. По дроту тече струм силою 100 А. Визначити магнітну індукцію в точці, що знаходиться на бісектрисі кута і віддалена від його вершини на 100 см.

202. У двох нескінченно довгих дротах, які схрещуються під прямим кутом, течуть струми силою 30 та 40 А. Відстань між ними дорівнює 20 см. Визначити магнітну індукцію в точці C (рис. 15), однакою віддаленій від обох дротів на відстань 20 см.

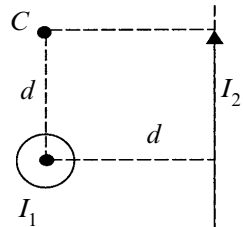


Рис. 15

203. По нескінченно довгому дроту, зігнутому під кутом 120° , тече струм силою 50 А. Визначити магнітну індукцію в точці, що знаходиться на бісектрисі кута і віддалена від його вершини на відстань 5 см.

204. Нескінченно довгий прямий провідник зігнутий під прямим кутом. По провіднику тече струм силою 20 А. Яка магнітна індукція в точці A (рис. 16), якщо $r = 5$ см.

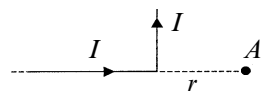


Рис. 16

205. По нескінченно довгому дроту (рис. 17) тече струм в 100 А. Визначити магнітну індукцію в точці O , якщо $r = 10$ см.

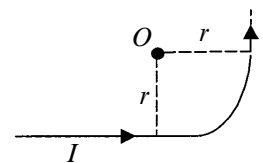


Рис. 17

206. По контуру у вигляді рівнобічного трикутника тече струм силою 40 А. Довжина сторони трикутника дорівнює 30 см. Визначити магнітну індукцію в точці перетину висот.

207. По контуру у вигляді квадрата тече струм силою 50 А. Довжина сторони квадрата 20 см. Визначити магнітну індукцію в точці перетину діагоналей.

208. По тонкому дроту, зігнутому у вигляді прямокутника, тече струм 60 А. Довжина сторін прямокутника відповідно 30 та 40 см. Визначити магнітну індукцію в точці перетину діагоналей.

209. По тонкому дроту, зігнутому у вигляді правильного шестикутника зі стороною 20 см, тече струм силою 100 А. Визначити напруженість магнітного поля в центрі шестикутника.

210. По тонкому кільцю з дроту тече струм. Не змінюючи силу струму в провіднику, йому задали форму квадрата. У скільки разів змінилась магнітна індукція в центрі контуру?

211. Напруженість магнітного поля в центрі кругового витка з магнітним моментом $1,5 \text{ А} \cdot \text{м}^2$ дорівнює 150 А/м. Визначити: 1) радіус витка; 2) силу струму в витку.

212. Визначити магнітну індукцію в центрі кругового дротового витка радіусом 10 см, по якому тече струм $I = 1 \text{ А}$.

213. По тонкому дротовому кільцю радіусом 15 см протікає струм силою 10 А; Визначити магнітну індукцію на його вісі в точці, яка розташована на відстані 10 см від центру кільця.

214. Визначити магнітну індукцію на вісі тонкого дротового кільця радіусом 10 см в точці, розташований на відстані 20 см від центру кільця, якщо в його центрі індукція дорівнює 50 мкТл.

215. Круговий виток $R = 15 \text{ см}$ розташований відносно нескінченно довгого дроту так, що його площа паралельна дроту. Перпендикуляр, проведений до дроту з центру витка, є нормаллю до площини витка. Сила струму у дроті дорівнює 1 А; сила струму у витку 5 А. Відстань від центра витка до дроту 20 см. Визначити магнітну індукцію в центрі витка.

216. Прямокутна рамка зі сторонами 40 та 30 см розташована в одній площині з нескінченим прямолінійним дротом зі струмом $I = 6 \text{ А}$ так, що довгі сторони рамки паралельні дроту. Сила струму у рамці 1 А. Визначити сили, що діють на кожну зі сторін рамки, якщо найближча до дроту сторона рамки знаходиться на відстані 10 см, а струм у ній співнаправлений зі струмом у прямолінійному провіднику.

217. Згідно з теорією Бора електрон в атомі водню рухається навколо ядра по круговій орбіті радіусом 52,8 пм. Визначити магнітну індукцію поля, що створюється в центрі кругової орбіти.

218. Визначити магнітну індукцію поля, що створюється відрізком нескінченно довгого провідника, в точці, яка розташована на однаковій відстані від кінців відрізка і на відстані 4 см від його середини. Довжина відрізка дроту 20 см, а сила струму в дроті 10 А.

219. Визначити індукцію магнітного поля в центрі дротової квадратної рамки зі стороною 15 см, якщо у рамці тече струм $I = 5$ А.

220. По двох нескінченно довгих прямих паралельних провідниках, що знаходяться на відстані 4 см один від одного у вакуумі, течуть струми 12 та 16 А в одному напрямку. Визначити магнітну індукцію поля в точці на прямій, що з'єднує обидва провідники, якщо точка C знаходиться на відстані 4 см ліворуч від лівого провідника.

221. По двох нескінченно довгих прямих паралельних дротах, що знаходяться на відстані 24 см один від одного у вакуумі, течуть струми 34 та 22 А в одному напрямку. Визначити магнітну індукцію поля в точці на прямій, що з'єднує обидва дроти, якщо точка D знаходиться на відстані 15 см праворуч від правого дроту.

222. По двох нескінченно довгих прямих паралельних дротах, що знаходяться на відстані 0,06 м один від одного у вакуумі, течуть струми в 12 та 14 А в одному напрямку. Визначити магнітну індукцію поля в точці на прямій, що з'єднує обидва дроти, якщо точка G знаходиться на відстані 24 мм праворуч від лівого дроту.

223. По двох нескінченно довгих прямих паралельних провідниках, відстань між якими 0,22 м, течуть струми 0,055 кА та 43 А в одному напрямку. Визначити магнітну індукцію в точці A , віддаленій від першого провідника на 120 мм та від другого на 16 см.

224. По двох нескінченно довгих прямих паралельних провідниках, відстань між якими 0,15 м, течуть струми в 70 А та 0,05 кА в протилежних напрямках. Визначити магнітну індукцію в точці A , віддаленій на 200 мм від першого та 30 см від другого провідника.

225. Обмотка котушки діаметром 10 см складається зі щільно прилягаючих один до одного витків тонкого дроту. Визначити мінімальну довжину котушки, при якій магнітна індукція всередині неї відрізняється від магнітної індукції нескінченного соленоїда, що має таку ж кількість витків на одиницю довжини, не більше чим на 0,5 %. Сила струму в обох випадках однакова.

226. По провіднику, зігнутому у вигляді квадратної рамки зі стороною 10 см, протікає струм в 5 А. Визначити магнітну індукцію поля в точці, рівновіддаленій від вершин квадрата на відстань, що дорівнює довжині сторони квадрату.

227. По двох довгих паралельних прямолінійних провідниках, які знаходяться на відстані 50 мм один від одного у повітрі, течуть струми силою 10 А кожний. Визначити магнітну індукцію в точці, яка знаходиться посередині між провідниками, якщо струми течуть в одному напрямку.

228. По двох довгих взаємно перпендикулярних дротах, які знаходяться на відстані 46 мм один від одного, течуть струми силою 24 А кожний. Визначити магнітну індукцію в точці A (рис. 18), яка знаходиться посередині між дротами.

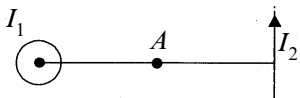


Рис. 18

229. По двох довгих паралельних прямолінійних провідниках, які знаходяться на відстані 732 мм один від одного у повітрі, течуть струми силою 10 А кожний. Визначити магнітну індукцію в точці, яка знаходиться посередині між провідниками, якщо струми течуть в протилежних напрямках.

230. По прямому нескінченно довгому провіднику тече струм 3,14 А. Круговий виток розташований так, що площа витка паралельна провіднику. Відстань від центру витка до провідника дорівнює радіусу витка. Визначити струм, який тече по витку, якщо в його центрі магнітна індукція спрямована під кутом 60° до вісі витка.

231. Сила струму в горизонтально розташованому провіднику довжиною 20 см та масою 4 г дорівнює 10 А. Визначити індукцію (модуль та напрямок) магнітного поля, в якому треба розташувати провідник, щоб сила тяжіння зрівнялася з силою Ампера.

232. Два нескінченних прямолінійних паралельних провідника з однаковими струмами, що течуть в одному напрямку, знаходяться один від одного на відстані R . Для того щоб розсунути їх на відстань $3R$, на кожний сантиметр довжини провідника витрачається робота у 220 нДж. Визначити силу струму в провідниках.

233. У двох паралельних прямих провідниках довжиною 2 м кожний, які знаходяться у вакуумі на відстані 10 см один від одного, в протилежних напрямках течуть струми в 50 та 100 А. Визначити силу взаємодії струмів.

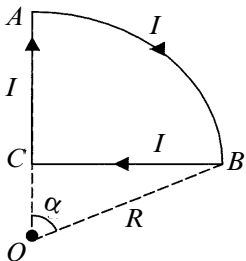


Рис. 19

234. По контуру (рис. 19) протікає струм в 10 А. Визначити магнітну індукцію в точці O , якщо радіус дуги 10 см, $\alpha = 60^\circ$.

235. Залізне осердя знаходиться в однорідному магнітному полі напруженістю 1 кА/м. Визначити індукцію магнітного поля в осерді та магнітну проникність заліза.

236. У залізному осерді соленоїда індукція магнітного поля 1,3 Тл. Залізне осердя замінимо на сталеве. У скільки разів треба змінити силу струму в обмотці соленоїда, щоб індукція в осерді залишилася незмінною?

237. Котушка з залізним осердям довжиною 0,5 м малого перерізу має 400 витків. Визначити магнітну проникність заліза, використовуючи графік $B = f(H)$, при силі струму 1 А.

238. Напруженість магнітного поля в центрі кругового витка дорівнює 200 А/м, магнітний момент витка 1 А·м². Визначити силу струму в витку та його радіус.

239. Рамка гальванометру довжиною 40 мм та шириною 15 мм, яка має 200 витків тонкого дроту, знаходиться в магнітному полі з індукцією 0,1 Тл. Площина рамки паралельна лініям індукції. Визначити механічний момент, що діє на рамку, коли по витку протікає струм в 1 мА.

240. Дротовий виток радіусом 200 мм знаходиться в площині магнітного меридіану. В центрі витка встановлений компас. Знайти величину струму у витку, якщо магнітна стрілка компаса відхилилась на кут 9° від площини магнітного меридіана? Магнітну індукцію поля Землі прийняти рівною 20 мкТл.

241. Нескінченно довгий тонкий провідник зі струмом силою 50 А має вигин (плоску петлю) радіусом 10 см (рис. 20). Визначити в точці O магнітну індукцію поля, створеного цим струмом.

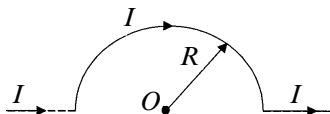


Рис. 20

242. Нескінченно довгий тонкий провідник зі струмом силою 0,23 кА має вигин (плоску петлю) радіусом 17 см (рис. 21). Визначити в точці O магнітну індукцію поля.

243. Нескінченно довгий тонкий провідник зі струмом силою 42 А має вигин (плоску петлю) радіусом 34 см (рис. 22). Визначити в точці O магнітну індукцію поля.

244. Нескінченно довгий тонкий провідник зі струмом силою 0,36 А має вигин (плоску петлю) радіусом 11 см (рис. 23). Визначити в точці O магнітну індукцію поля.

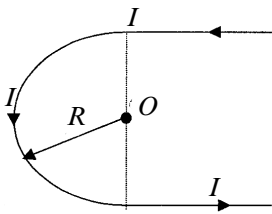


Рис. 21

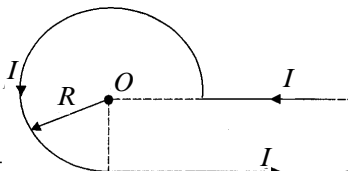


Рис. 22

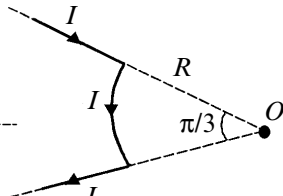


Рис. 23

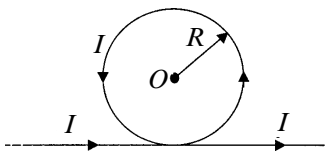


Рис. 24

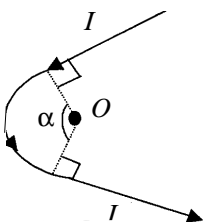


Рис. 25

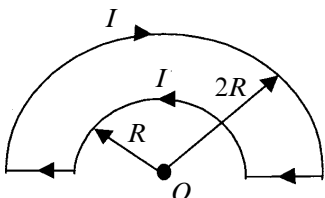


Рис. 26

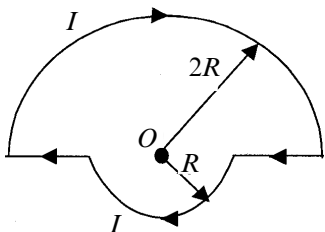


Рис. 27

245. Нескінченно довгий тонкий провідник зі струмом силою $0,125 \text{ кА}$ має вигин (плоску петлю) радіусом 264 мм (рис. 24). Визначити в точці O магнітну індукцію поля.

246. Нескінченно довгий тонкий провідник зі струмом силою 42 А має вигин (плоску петлю) радіусом 10 см (рис. 25). Визначити в точці O магнітну індукцію поля, якщо $\alpha = 60^\circ$.

247. Нескінченно довгий тонкий провідник зі струмом силою $0,024 \text{ кА}$ має вигин (плоску петлю) радіусом 15 см (рис. 25). Визначити в точці O магнітну індукцію поля, якщо $\alpha = 25^\circ$.

248. Нескінченно довгий тонкий провідник зі струмом силою 28 А має вигин (плоску петлю) радіусом 230 мм (рис. 26). Визначити в точці O магнітну індукцію поля.

249. Нескінченно довгий тонкий провідник зі струмом силою 64 А має вигин (плоску петлю) радіусом $0,14 \text{ м}$ (рис. 27). Визначити в точці O магнітну індукцію поля.

250. По двох нескінченно довгих паралельних провідниках протікають в однакових напрямках струми, які дорівнюють $I_1 = 2I_2$, відстань між ними 300 мм . Визначити точку на прямій, що з'єднає струми, у якій магнітне поле дорівнює нулю.

251. По провіднику, зігнутому в вигляді квадратної рамки зі стороною 175 мм , протікає струм 5 А . Визначити індукцію в точці, рівновіддаленій від вершин квадрату на відстані, що дорівнює його діагоналі.

252. Нескінченно довгий прямий провід зі струмом $I_1 = 12 \text{ А}$ розташований паралельно площині кругового витка радіусом 45 мм

зі струмом $I_2 = 17$ А. Прямий провід і вісь кругового витка перетинаються в точці, що знаходиться на відстані 40 мм від його центру. Знайти напруженість магнітного поля в точці, що ділить $d/2$.

253. По провіднику, зігнутому у вигляді кола, тече струм. Напруженість магнітного поля в центрі кола дорівнює 20 А/м. Не змінюючи величини струму в провіднику, йому надали форму шестикутника. Визначити напруженість магнітного поля в точці перетину діагоналей.

254. До тонкого однорідного дротяного кільця радіусом 3 см підводять струм в 2 А в напрямку, вказаному стрілками (рис. 28). Знайти індукцію магнітного поля в центрі кільця, якщо провідники, що ділять кільце на дві дуги l_1 і $l_2 = 2l_1$, розташовані радіально і мають нескінчену довжину.

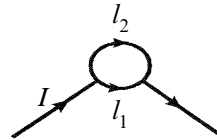


Рис. 28

255. Чому повинно дорівнювати відношення довжини соленоїда до його діаметра, щоб індукцію магнітного поля в центрі довгого соленоїда можна було знайти за формулою для нескінченно довгого соленоїда? Похибка розрахунку не повинна перебільшувати 5 %.

256. Довгий провідник площею перерізу 2 мм^2 зігнутий під кутом 60° . По провіднику тече струм густиною $1,5 \text{ А/мм}^2$. Знайти індукцію магнітного поля в точці, яка лежить на бісектрисі цього кута на відстані 123 мм від вершини кута.

257. По кільцю з тонкого дроту протікає струм. Збільшуючи у два рази величину струму в провіднику, йому надали форму квадрату. У скільки разів змінилася магнітна індукція в центрі квадрату?

258. По нескінченно довгому прямому провіднику, зігнутому під кутом 120° , протікає струм $I = 0,042$ кА. Знайти магнітну індукцію в точках, що лежать на бісектрисі кута і віддалені від вершини на відстань 234 мм.

259. По нескінченно довгому прямому провіднику, зігнутому під кутом 120° , протікає струм. Знайти величину цього струму, якщо в точці, що лежить на бісектрисі кута і віддаленій від вершини на відстань 0,65 м, магнітна індукція дорівнює 46 мкТл.

260. Струм 10 А протікає по дротяному кільцю з міді перерізом 1 мм^2 . Струм створює в центрі кільця магнітну індукцію 224 мкТл. Яка різниця потенціалів прикладена до кінців дроту, що створює кільце?

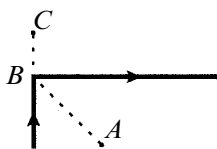


Рис. 29

261. По нескінченно довгому провіднику, зігнутому під прямим кутом, протікає струм 5 А. Визначити магнітну індукцію поля в точках A і C (рис. 29). Відстані $AB = 20$ см, $BC = 10$ см. Точка A знаходиться на бісектрисі кута.

262. По нескінченно довгому провіднику, зігнутому під кутом 45° , тече струм 14 А. Знайти магнітну індукцію в точках, що лежать на бісектрисі

та віддалені від вершин на 23 см.

263. В точці перетину діагоналей квадратної рамки індукція магнітного поля 0,2 Тл. Визначити величину струму в провіднику, якщо сторона рамки дорівнює 0,2 м і рамка надіта на залізне осердя з $\mu = 320$.

264. По провіднику, зігнутому у вигляді ромбу зі стороною 0,4 м і кутом 60° , протікає струм 22 А. Визначити індукцію поля в точці перетину діагоналей ромбу.

265. По провіднику, зігнутому в вигляді правильного шестикутника зі стороною 0,25 м, протікає струм $I = 8$ А. Визначити індукцію магнітного поля в точці перетину діагоналей.

266. По двох нескінченно довгих провідниках тече струм 5 і 8 А в одному напрямку. Визначити індукцію магнітного поля, створеного провідниками, в точці, віддаленій від першого провідника на 40 см та від другого на 20 см. Відстань між провідниками 20 см.

267. По тонкому зігнутому провіднику (рис. 30) протікає струм $I = 5$ А. Визначити магнітну індукцію в точці A , якщо $a = 20$ см, $c = 10$ см.

268. Визначити магнітну індукцію в точці A , якщо сила струму в провіднику (рис. 31) дорівнює 14 А; $a = c = 20$ см.

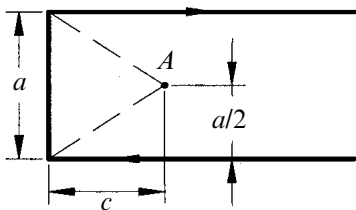


Рис. 30

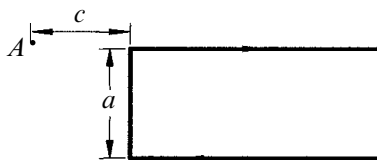


Рис. 31

269. По двох нескінченно довгих провідниках, відстань між якими 11 см, течуть струми $I = 25$ і 18 А в протилежних напрямках.

Визначити індукцію магнітного поля, створеного провідниками, в точці, віддаленій від першого та другого провідників на 17 см.

270. По нескінченно довгому провіднику (рис. 32) протікає струм $I = 12$ А. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $R = 142$ мм.

271. Нескінченно довгий провідник створює кругову петлю, дотичну до нього. По провіднику протікає струм в 5 А. Знайти радіус петлі, напруженість магнітного поля в центрі якої дорівнює 41 А/м.

272. По довгому провіднику (рис. 33) протікає струм 0,135 кА. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $R = 780$ мм.

273. Струм $I = 12$ А протікає по довгому провідник (рис. 34). Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 15$ см, $b = 20$ см, $c = 10$ см.

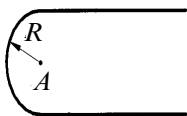


Рис. 32

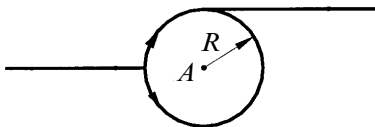


Рис. 33

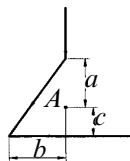


Рис. 34

274. По довгому провіднику (рис. 35) протікає струм 0,023 кА. Знайти напруженість магнітного поля в точці A , якщо $a = 230$ мм, $b = 12$ см, $c = 0,2$ м.

275. По довгому провіднику (рис. 36) протікає струм 16 А. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 400$ мм, $b = 30$ мм.

276. По довгому провіднику (рис. 37) протікає струм 28 А. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 278$ мм.

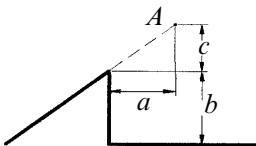


Рис. 35

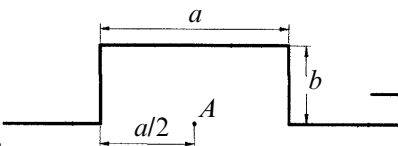


Рис. 36

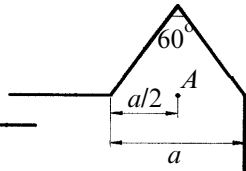


Рис. 37

277. По довгому провіднику (рис. 38) протікає струм $I = 0,058$ кА. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 17$ см, $b = 23$ см, $c = 19$ см.

278. По довгому провіднику (рис. 39) протікає струм $I = 856$ мА. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 16$ мм, $b = 2$ см.

279. По довгому провіднику (рис. 40) протікає струм $I = 45$ А. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 28$ см, $b = 47$ см.

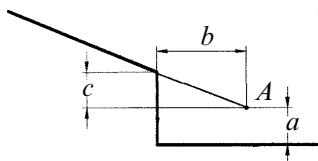


Рис. 38

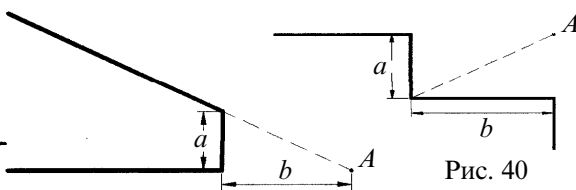


Рис. 40

Рис. 39

280. По довгому провіднику (рис. 41) протікає струм $I = 67$ А. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 530$ мм.

281. По довгому провіднику (рис. 42) протікає струм $I = 55$ А. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 30$ см, $b = 10$ см, $c = 40$ см.

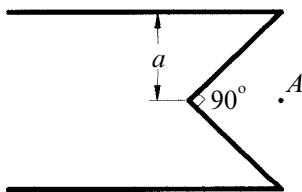


Рис. 41

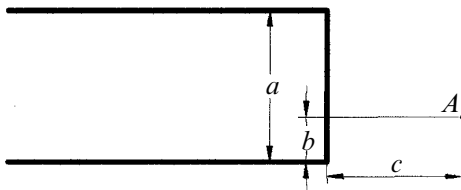


Рис. 42

282. По довгому провіднику (рис. 43) протікає струм $I = 12$ А. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $R = 84$ мм.

283. По довгому провіднику (рис. 44) протікає струм $I = 0,078$ кА. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 389$ мм.

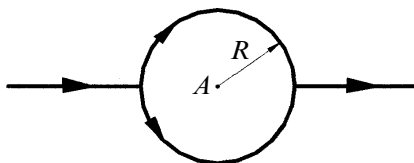


Рис. 43

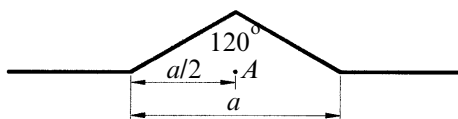


Рис. 44

284. По довгому провіднику (рис. 45) протікає струм $I = 70$ А. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 68$ см.

285. По довгому провіднику (рис. 46) протікає струм $I = 42$ А. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 386$ мм.

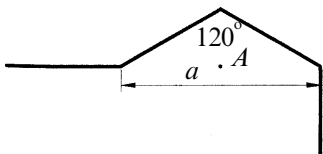


Рис. 45

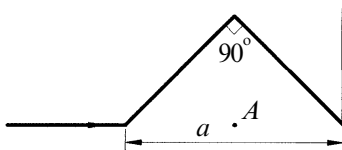


Рис. 46

286. По довгому провіднику (рис. 47) протікає струм $I = 0,111$ кА. Знайти індукцію магнітного поля в точці A , якщо $a = 648$ мм.

287. Нескінченно довгий провід (рис. 48) створює петлю у вигляді кола радіусом 80 см. По провіднику тече струм $I = 5$ А. Знайти магнітну індукцію в центрі петлі.

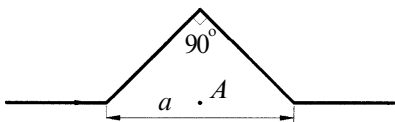


Рис. 47

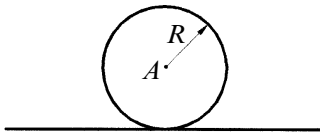


Рис. 48

288. По провіднику, зігнутому в вигляді квадратної рамки зі стороною 160 мм, протікає струм. Визначити величину цього струму, якщо в точці, рівновіддаленій від вершин квадрату на відстань, що дорівнює його діагоналі, індукція магнітного поля $1,33 \cdot 10^{-5}$ Тл.

289. Коаксіальний кабель являє собою довгу металічну тонкостінну трубку радіусом $R = 10$ мм, вздовж вісі якої розташований тонкий провід. Величини струму в трубці та провіді рівні й протилежно спрямовані. Визначити магнітну індукцію в точках, віддалених відповідно на відстань $r_1 = 5$ мм і $r_2 = 15$ мм від вісі кабелю, якщо величина струму $I = 0,5$ А.

290. Знайти величину струму в довгому провіднику (див. рис. 30), якщо в точці A індукція магнітного поля дорівнює $1,2 \cdot 10^{-4}$ Тл, $a = 250$ мм, $c = 20$ см.

291. Знайти величину струму в довгому провіднику (див. рис. 31), якщо індукція магнітного поля, створеного струмом в точці A , дорівнює 0,025 Тл, $a = 70$ см, $c = 400$ мм.

292. Знайти величину струму в довгому провіднику (див. рис. 33),

якщо індукція магнітного поля, створеного струмом в точці A , дорівнює $B = 250$ мкТл, $R = 154$ мм.

293. Знайти величину струму в довгому провіднику (див. рис. 34), якщо індукція магнітного поля, створеного струмом, в точці A дорівнює $B = 20$ мТл, $a = 360$ мм, $b = 56$ см, $c = 44$ см.

294. Знайти величину струму в довгому провіднику (див. рис. 36), якщо індукція магнітного поля, створеного струмом в точці A , дорівнює $B = 5,45$ мТл, $a = 234$ мм, $b = 32$ см.

295. Знайти величину струму в довгому провіднику (див. рис. 37), якщо індукція магнітного поля, створеного струмом в точці A , дорівнює 165 мкТл, $a = 488$ мм.

296. Знайти величину струму в довгому провіднику (див. рис. 38), якщо індукція магнітного поля, створеного струмом в точці A , дорівнює $0,24$ мТл, $a = 57$ см, $b = 35$ см, $c = 87$ см.

297. Знайти величину струму в довгому провіднику (див. рис. 39), якщо індукція магнітного поля, створеного струмом в точці A , дорівнює 180 мкТл, $a = 745$ мм, $b = 62$ см.

298. Знайти величину струму в довгому провіднику (див. рис. 40), якщо індукція магнітного поля, створеного струмом в точці A , дорівнює 1284 мкТл, $a = 584$ мм, $b = 70$ см.

299. Знайти величину струму в довгому провіднику (див. рис. 41), якщо індукція магнітного поля, створеного струмом в точці A , дорівнює $2,7$ мТл, $a = 694$ мм.

300. Знайти величину струму в довгому провіднику (див. рис. 42), якщо індукція магнітного поля, створеного струмом в точці A , дорівнює 140 мкТл, $a = 744$ мм, $b = 240$ мм, $c = 0,2$ м.

3. ЕЛЕКТРОМАГНІТНА ІНДУКЦІЯ. ЕНЕРГІЯ МАГНІТНОГО ПОЛЯ

301. В котушці довжиною $0,5$ м, діаметром 5 см та числом витків 1500 струм рівномірно зростає на $0,2$ А за одну секунду. На котушку надіте кільце із мідної проволочи ($\rho = 17$ нОм·м) площею перерізу 3 мм². Знайти силу струму в кільці.

302. Надпровідний соленоїд довжиною 10 см та площею поперечного перерізу 3 см², що має 1000 витків, підключений до джерела ЕРС 12 В. Знайти силу струму через $0,01$ с після замикання ключа.

303. Соленоїд діаметром 3 см має одношарову обмотку із щільно прилягаючих один до одного витків алюмінієвого дроту ($\rho = 26 \text{ нОм}\cdot\text{м}$) діаметром 0,3 мм. По соленоїду протікає струм $I = 0,5 \text{ А}$. Знайти заряд q , який протікає по соленоїду, якщо його кінці коротко замкнені.

304. В однорідному магнітному полі, індукція якого 0,8 Тл, рівномірно обертається рамка з кутовою швидкістю 15 рад/с. Площа рамки дорівнює 150 см^2 . Вісь обертання знаходиться в площині рамки та складає кут 30° з напрямом силових ліній магнітного поля. Знайти максимальну ЕРС індукції в рамці.

305. На соленоїд довжиною 20 см та площею поперечного перерізу 30 см^2 наділи дротяний виток. Соленоїд має 320 витків, по ньому протікає струм в 3 А. Яка середня ЕРС індукується в надітому на соленоїд витку, коли струм у соленоїді виключається протягом 0,001 с?

306. Соленоїд із залізним осердям має 854 витка, по ньому протікає струм у 2 А. Яка середня ЕРС індукується у надітому на соленоїд дротяному витку, коли струм у нього вимикається протягом 0,001 с? Довжина соленоїда 56 см, площа поперечного перерізу 3 см^2 .

307. Обмотка соленоїду має 2000 витків, по ній протікає струм 2 А. Соленоїд має залізне осердя. Яка середня ЕРС індукується у надітому на нього дротяного витка, коли струм у соленоїді виключається протягом 0,002 с? Довжина соленоїда 144 см, діаметр 5 см.

308. В однорідному магнітному полі, індукція якого 0,1 Тл, обертається котушка, що має 200 витків. Вісь обертання перпендикулярна вісі котушки та на пряму магнітного поля. Період обертання котушки 0,2 с, площа поперечного перерізу котушки 4 см^2 . Знайти середнє значення модулю ЕРС за період.

309. На соленоїд, довжина якого 21 см, а площа поперечного перерізу 10 см^2 , надіта котушка, що має 50 витків. Котушка з'єднана з балістичним гальванометром, опір якого 103 Ом. По обмотці соленоїду, що складається з 200 витків, тече струм 5 А. Знайти балістичну сталу гальванометру, якщо відомо, що при вимкненні струму в соленоїді гальванометр дає відкид за шкалою, рівний 30 поділкам. Опір котушки малий порівняно з опором балістичного гальванометру. Балістичною сталою гальванометру називається величина, що чисельно дорівнює кількості заряду, який викликає відкид за шкалою на одну поділку.

310. Для вимірювання індукції магнітного поля між полюсами електромагніта поміщена котушка, яка налічує 50 витків тонкого дроту та з'єднана з балістичним гальванометром. Вісь котушки паралельна напрямку магнітного поля. Площа поперечного перерізу котушки 2 см^2 , опором її порівняно з опором гальванометра можна знехтувати. Опір гальванометра $2 \cdot 10^3 \text{ Ом}$, його балістична стала $2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл/под.}$ При швидкому виведенні котушки із магнітного поля гальванометр дає відкид, рівний 50 поділкам шкали. Чому дорівнює індукція магнітного поля?

311. Для вимірювання магнітної проникності заліза із нього зробили тороїд довжиною 50 см та площею поперечного перерізу 4 см^2 . Одна з обмоток тороїда налічує 500 витків та з'єднана з джерелом струму, друга налічує 1000 витків та з'єднана з гальванометром. Зміна напрямку струму в первинній обмотці на обернений викликає у вторинній обмотці індукційний струм. Визначити магнітну проникність заліза, якщо відомо, що при зміні у первинній обмотці напрямку струму силою в 1 А крізь гальванометр пройшла кількість електрики 0,06 Кл. Опір вторинної обмотки 20 Ом.

312. Індуктивність котушки 2 мГн. Струм частотою 50 Гц, що протікає по котушці, змінюється за синусоїдальним законом. Чому дорівнює середнє значення ЕРС самоіндукції, що виникає за інтервал часу Δt , протягом якого струм в котушці змінюється від мінімального до максимального значення? Амплітудне значення сили струму дорівнює 10 А.

313. Котушка опором 0,5 Ом та індуктивністю 4 мГн з'єднана паралельно з провідником опором 2,5 Ом, по якому протікає постійний струм 1 А. Знайти кількість електрики, яка буде індукуватися в котушці при розмиканні кола ключем К.

314. Обмотка тороїда з немагнітним осердям має 251 виток. Середній діаметр тороїда 8 см, діаметр витків 2 см. На тороїд намотана вторинна обмотка, яка має 100 витків. При замиканні первинної обмотки в ній протягом 0,001 с встановлюється струм 3 А. Знайти середнє значення ЕРС індукції, що виникає у вторинній обмотці.

315. Квадратна рамка зі стороною l , що має N витків та підключена до опору R , знаходиться на відстані a від прямого провідника зі струмом I . Рамка та провідник лежать в одній площині. Знайти повний магнітний потік Ψ , що пронизує витки рамки.

316. Доказати, що потік вектору магнітної індукції, який пронизує надпровідний замкнений виток проводу, не зміниться, якщо змінити форму (деформація) витка і зовнішнє магнітне поле.

317. Квадратна рамка зі стороною b має опір R та знаходиться на відстані l від прямого провідника зі струмом I . Спочатку рамка та провідник лежать в одній площині. Знайти заряд, що пройде у колі рамки, якщо її повернути на кут $\pi/2$ навколо горизонтальної вісі, паралельної струму.

318. Провідник, що має форму параболи $y = bx^2$, знаходиться в однорідному магнітному полі з індукцією B , при цьому вектор індукції перпендикулярний до площі. З вершини параболи у момент $t = 0$ починають пересувати поступально перемичку з постійним прискоренням a . Знайти ЕРС індукції в утвореному контурі як функцію y .

319. Прямокутний контур із перемичкою довжиною l , яка може ковзати, знаходиться в однорідному магнітному полі, перпендикулярному до площі контуру. Індукція поля дорівнює B . Перемичка має опір R , сторони AB та CD – опори R_1 та R_2 . Нехтуючи самоіндукцією контуру, знайти струм у перемичці під час її поступального переміщення з постійною швидкістю v .

320. Довгий прямий провідник із струмом I та П-подібний провідник з рухомою перемичкою розташовані в одній площині. Перемичку, довжина якої l та опір R , переміщують праворуч зі сталою швидкістю v . Знайти струм, індукований у контурі, як функцію відстані r між перемичкою та прямим провідником. Опором П-подібного провідника та самоіндукцією контуру знехтувати.

321. Квадратна рамка зі стороною a та довгий прямий провідник зі струмом I знаходяться в одній площині. Рамку поступально пересувають вправо зі сталою швидкістю v . Знайти ЕРС індукції в рамці як функцію відстані x .

322. Прямокутна рамка зі сторонами a , b та довгий прямий провідник зі струмом I знаходяться в одній площині. Рамку поступально переміщують ліворуч зі сталою швидкістю v . Знайти струм, що виникає в рамці, як функцію відстані x , якщо опір рамки R .

323. Знайти ЕРС $E = f(r)$, індуквану у П-подібному контурі з рухомою перемичкою, розташованому в одній площині з довгим прямим провідником зі струмом I . Перемичка довжиною l рухається ліворуч зі швидкістю v , r – відстань між прямим провідником та рухомою перемичкою. Самоіндукцією контуру знехтувати.

324. В магнітному однорідному полі з індукцією B знаходиться прямокутний контур із рухомою перемичкою довжиною l . З якою швидкістю необхідно переміщувати перемичку, щоб в ній виникав струм I ? Відомо: опір перемички R , опір сторін AB та CD – R_1 та R_2

відповідно. Вектор B перпендикулярний до площі контуру. Самоіндукцією знехтувати.

325. Провідник має форму параболи $y = 2x^2$ та знаходиться в однорідному магнітному полі. Вектор B перпендикулярний до площі XOY . З вершини параболи у момент $t = 0$ починають переміщувати поступально перемичку з постійним прискоренням 1 м/с^2 . Знайти магнітну індукцію поля, якщо у момент часу, коли $y = 8$, ЕРС, що виникла в утвореному контурі, дорівнює $0,008 \text{ В}$.

326. Провідник має форму параболи $y = x^2$ та знаходиться в однорідному магнітному полі з індукцією 1 Тл . Вектор B перпендикулярний до площі XOY . З вершини параболи в момент $t = 0$ починає рухатися поступально перемичка з постійним прискоренням a . Визначити прискорення, якщо в момент часу, коли $y = 1 \text{ м}$, ЕРС, що виникає в утвореному контурі, дорівнює 4 В .

327. Струм частотою 50 Гц , який протікає по котушці індуктивністю 2 мГн , змінюється за синусоїдальним законом. Середнє значення ЕРС самоіндукції, що виникає за інтервал часу Δt , протягом якого струм у котушці змінюється від мінімального до максимального значення, дорівнює 4 В . Знайти амплітуду значення сили струму.

328. Середній діаметр тороїду 8 см , діаметр витків 2 см . На тороїд намотана вторинна обмотка, що має 100 витків. При замиканні первинної обмотки у вторинній обмотці протягом $0,001 \text{ с}$ виникає ЕРС, середнє значення якої 118 мВ . Який струм встановлюється у первинній обмотці за цей час, якщо вона має 251 витків та немагнітне осердя?

329. Тороїд має немагнітне осердя, кількість витків у первинній та вторинній обмотках 2516 та 100 витків. При замиканні первинної обмотки в ній за певний час t встановлюється струм 3 А , при цьому у вторинній обмотці виникає ЕРС, середнє значення якої 118 мВ . Знайти час t встановлення струму у первинній обмотці, якщо середній діаметр тороїда дорівнює 8 см , діаметр витків – 2 см .

330. Залізний тороїд ($\mu_3 = 1200$) має 500 витків у первинній та 1000 витків у вторинній обмотках. Первинна обмотка з'єднана з джерелом струму, вторинна – з гальванометром. В первинній обмотці змінили напрям струму ($I_1 = 1 \text{ А}$) на протилежний. Яка кількість електрики пройшла крізь вторинну котушку, якщо опір вторинної обмотки 20 Ом ? Довжина тороїда 50 см , площа поперечного перерізу 4 см^2 .

331. Який опір має вторинна обмотка залізного тороїда ($\mu_3 = 1200$; $N_1 = 500$ витків, $N_2 = 1000$ витків), якщо при зміні напрямку струму

($I_1 = 1$ А) у первинній обмотці на протилежний крізь вторинну обмотку пройшла кількість електрики 60 мКл. Відомо, що довжина тороїду 50 см, площа поперечного перерізу 4 см^2 .

332. По обмотці соленоїда довжиною 21 см з площею поперечного перерізу 10 см^2 та з кількістю витків $N_1 = 200$ протікає струм в 5 А. На соленоїд надіта котушка ($N_2 = 50$ витків), яка з'єднана з гальванометром. При вимиканні струму в соленоїді спостерігається відкид за шкалою гальванометра на N поділок. Знайти відкид гальванометра N , якщо його балістична стала дорівнює 10^{-9} Кл/под. Опір гальванометру 10 Ом. Опором котушки знехтувати.

333. Соленоїд із залізним осердям довжиною 144 см, діаметром 5 см має 200 витків. По ньому протікає струм 2 А. Струм у соленоїді вимикається протягом часу t . При цьому в надітому на соленоїд витку індукується ЕРС, середнє значення якої 1,57 В. Знайти час виключення струму.

334. Який струм протікав по соленоїду ($N = 200$ витків) із залізним осердям, якщо при ввімкненні його протягом 0,002 с в надітому на соленоїд кільці індукується ЕРС, середнє значення якої 1,57 В? Довжина соленоїда 144 см, діаметр 5 см.

335. Який діаметр має соленоїд із залізним осердям довжиною 144 см, кількістю витків 200, струмом крізь нього в 2 А, якщо при вимкненні струму протягом 0,002 с в надітому на соленоїд кільці індукується ЕРС, середнє значення якої 1,57 В?

336. Скільки витків має соленоїд із залізним осердям довжиною 144 см, діаметром 5 см, струмом крізь нього $I = 2$ А, якщо при вимкненні струму протягом 0,002 с в надітому на соленоїд кільці індукується ЕРС, середнє значення якої 1,57 В?

337. Яку довжину має соленоїд із залізним осердям діаметром 5 см, струмом крізь нього $I = 2$ А, якщо при вимкненні струму протягом 0,002 с в надітому на соленоїд кільці індукується ЕРС, середнє значення якої 1,57 В?

338. Котушка, яка має 200 витків, обертається в однорідному магнітному полі навколо вісі обертання, перпендикулярної до вісі котушки та напрямку магнітного поля. Період обертання котушки 0,2 с, площа поперечного перерізу 4 см^2 , середнє значення модуля ЕРС індукції за період дорівнює 250 мВ. Знайти індукцію магнітного поля.

339. Знайти середнє значення модуля струму за період в соленоїді, який має 200 витків, площу поперечного перерізу 4 см^2 та опір 40 Ом.

Соленоїд обертається в однорідному магнітному полі, індукція якого 0,1 Тл з періодом 0,2 с. Вісь обертання перпендикулярна до вісі соленоїда та напрямку магнітного поля.

340. Котушка, що має 200 витків, обертається в однорідному магнітному полі, індукція якого 0,1 Тл. Вісь обертання котушки перпендикулярна до її вісі та напрямку магнітного поля. Площа поперечного перерізу 4 см², опір 40 Ом. Знайти кількість заряду, що протікає через котушку за $T/4$.

341. Рамка площею 150 см² рівномірно обертається в однорідному магнітному полі, індукція якого 0,8 Тл, з кутовою швидкістю 15 рад/с. Вісь обертання знаходиться у площині рамки та складає кут 30° з напрямком силових ліній магнітного поля. Знайти середнє значення модуля ЕРС за період обертання.

342. Середнє значення модуля індукційного струму за період обертання рамки в однорідному магнітному полі дорівнює 0,01 А. Вісь обертання знаходиться у площині рамки та складає кут $\pi/6$ з напрямком силових ліній магнітного поля. Площа рамки 150 см², кутова швидкість обертання 15 рад/с, індукція поля 0,8 Тл. Знайти опір рамки.

343. Яка кількість заряду пройде крізь рамку, яка обертається в однорідному магнітному полі за час, що дорівнює T (T – період обертання рамки)? Вісь обертання знаходиться в площі рамки та складає кут $\pi/6$ з напрямком силових ліній магнітного поля. Площа рамки 0,015 м², індукція поля 0,8 мТл.

344. На соленоїд ($N = 320$ витків) довжиною 20 см та площею поперечного перерізу 30 см², по якому протікає струм в 3 А, наділи дротяний виток. Яка кількість електрики пройде по дротяному витку, якщо вимкнути струм у соленоїді? Опір витка 1 Ом.

345. В котушці довжиною 0,5 м, діаметром 5 см, числом витків 1500 рівномірно збільшується струм. В мідному кільці ($\rho_m = 17$ нОм·м) площею перерізу 3 мм², надітому на котушку, виникає струм в 1,66 мА. Знайти швидкість зростання струму у соленоїді.

346. Чому дорівнює ЕРС джерела струму, якщо через 0,01 с після підключення до нього надпровідного соленоїда сила струму досягла 3,8 А. Параметри соленоїда: довжина 0,1 м, площа поперечного перерізу 3 см², кількість витків 1000.

347. При короткому замкненні соленоїда крізь нього проходить заряд 42,7 мкКл. Параметри соленоїда: діаметр 3 см, одношарова обмотка із щільно прилягаючих один до одного витків алюмінієвого

дроту ($\rho = 26 \text{ нОм}\cdot\text{м}$) діаметром $d = 0,3 \text{ мм}$. Який струм протікав по соленоїду?

348. Скільки витків має соленоїд з залізним осердям, якщо в надітому на нього дротяному витку в період вимкнення струму в соленоїді індукується ЕРС, середнє значення якої $5,1 \text{ В}$? Відомо, що довжина соленоїда $0,2 \text{ м}$, площа поперечного перерізу 30 см^2 , струм $I = 3 \text{ А}$ було вимкнено за час $0,001 \text{ с}$.

349. За який час вимикається струм в соленоїді за умови, що в дротяному витку, надітому на нього, за цей час виникає ЕРС, середнє значення якої $0,018 \text{ В}$? Довжина соленоїда 20 см , площа поперечного перерізу 30 см^2 , кількість витків 320 , струм до вимкнення 3 А .

350. Прямокутна рамка розміром $0,5 \times 1 \text{ м}$ утворює кут α з напрямом магнітного поля, в якому вона розміщена. Магнітне поле змінюється за законом $B = B_0 \cdot \cos(\omega t)$. Знайти кут α , якщо виникаюча ЕРС індукції дорівнює 128 мВ .

351. В магнітному полі, яке змінюється за законом $B = B_0 \cdot \cos(\omega t)$ ($\omega = 4 \text{ с}^{-1}$), знаходиться квадратна рамка зі стороною 50 см , при цьому нормаль до рамки утворює з напрямком поля кут 45° . ЕРС індукції, яка виникає у рамці в момент часу $t = 5 \text{ с}$, дорівнює 64 мВ . Знайти B_0 .

352. Котушка має довжину 20 см , діаметр 2 см . Обмотка котушки складається з 200 витків мідного дроту, площа поперечного перерізу якого 1 мм^2 . Котушка ввімкнена в коло з деякою ЕРС. За допомогою перемикача ЕРС вимикається та котушка коротко замикається. Через який час після вимкнення ЕРС сила струму у колі зменшиться в 2 рази?

353. Квадратна рамка з мідного дроту перерізом 1 мм^2 знаходиться у магнітному полі, індукція якого змінюється; $B = B_0 \cdot \sin(\omega t)$, $B_0 = 0,01 \text{ Тл}$, $T = 0,02 \text{ с}$. Площа рамки 25 см^2 перпендикулярна до напрямку магнітного поля. Знайти залежність від часу та максимальнє значення: 1) магнітного потоку, що перетинає рамку; 2) ЕРС індукції, що виникає у рамці; 3) силу струму, що протікає крізь рамку.

354. Котушка з залізним осердям має площу поперечного перерізу 20 см^2 та 500 витків. Індуктивність котушки з осердям дорівнює $0,28 \text{ Гн}$ при силі струму крізь обмотку 5 А . Знайти магнітну проникність залізного осердя в цих умовах.

355. В магнітному полі, індукція якого дорівнює 500 мТл , розташована котушка, що має 200 витків дроту. Опір котушки 40 Ом , площа її поперечного перерізу 12 см^2 . Котушка розміщена так, що її вісь утворює 60° з напрямом магнітного поля. Яка кількість електрики пройде по котушці при зникненні магнітного поля?

356. Відрізок провідника довжиною 2 м склали вдвоє таким чином, що його кінці замкнулись. Потім провідник розтягнули у квадрат так, що площа квадрата стала перпендикулярна горизонтальній складовій індукції магнітного поля Землі $B_{\text{гор}} = 2 \cdot 10^{-5}$ Тл. Яка кількість електрики пройде крізь контур, якщо його опір 1 Ом?

357. Побудувати графік зміни індукційного струму при розмиканні кола, в якому є котушка індуктивності. Що означає площа фігури, яка охоплена графіком та віссю часу? Зміну якої магнітної величини можливо визначити за графіком?

358. Обмотка соленоїда з залізним осердям має 500 витків. Довжина осердя 50 см. Як та у скільки разів зміниться індуктивність соленоїда, якщо сила струму, що протікає по обмотці, зросте від 0,1 до 1 А?

359. Відома магнітна індукція поля $B(x, y, z)$, яка утворена у вакуумі котушкою зі струмом I . Як можна знайти індуктивність L котушки?

360. Маємо дві котушки – 1 та 2. Відомо, що коли по котушці 1 пропустити струм I_1 , то повний магнітний потік, що зціплений з витками котушки 2, дорівнює ψ_2 . Який повний потік ψ_1 , що проникає витки котушки 1 при пропусканні крізь котушку 2 струму I_2 ?

361. Між рейками залізної дороги ввімкнено вольтметр. Над ним з постійною швидкістю проходить потяг. Визначити показання вольтметра. Магнітне поле Землі прийняти на даній дільниці однорідним, вертикальна складова його $B_v = 5 \cdot 10^{-5}$ Тл. Ширина колії – 1,2 м. Швидкість потягу – 60 км/год.

362. Дві котушки розташовані на невеликій відстані одна від одної. Коли сила струму в першій котушці змінюється зі швидкістю 5 А/с, в другій котушці виникає ЕРС індукції 0,16 В. Знайти коефіцієнт взаємної індукції котушок.

363. Електричне коло складається з джерела ЕРС 38 В та послідовно ввімкнених котушки індуктивності 0,34 Гн та опору 100 Ом. Внутрішній опір джерела вважати рівним нулю. Знайти силу струму крізь опір в випадках: а) до розмикання кола; б) через 0,01 с після розмикання.

364. Дві котушки підчеплені на довгих нитках так, що їх площі паралельні. Другу котушку коротко замкнуто. Що відбудеться з котушками одразу після підключення першої котушки до джерела струму?

365. Плоску котушку невеликих розмірів швидко виймають з зазору електромагніта. По балістичному гальванометру, з'єднаному

з котушкою, при цьому протікає заряд q . Які ще параметри необхідно задати, щоб у такий спосіб знайти магнітну індукцію B у зазорі?

366. Коротко замкнений виток провідника опором R , що має форму квадрата зі стороною a , помістили в однорідне магнітне поле з індукцією B , яка перпендикулярна площі витка. Потім витку надали форму кола, не розтягуючи провід, а тільки його деформуючи. Який заряд протікає крізь поперечний переріз проводу внаслідок такої деформації?

367. Круговий контур радіусом 2 см розташований в однорідному магнітному полі, індукція якого 0,2 Тл. Площа контуру перпендикулярна напрямку магнітного поля, опір контуру 1 Ом. Яка кількість електрики протікає крізь котушку при повертанні її на 90° ?

368. В магнітному полі, індукція якого дорівнює 0,1 Тл, поміщена квадратна рамка з мідного дроту. Площа поперечного перерізу проволони 1 мм^2 , площа рамки 25 см^2 , нормаль до площини рамки направлена по силовим лініям поля. Яка кількість електрики пройде по контуру рамки після зникнення магнітного поля?

369. Електричну лампочку, опір якої в гарячому стані 10 Ом, підключено через дросель до 12-вольтового акумулятора. Індуктивність дроселю 2 Гн, опір 1 Ом. Через який час після ввімкнення лампочка загориться, якщо вона починає помітно світитися при напрузі на ній 6 В?

370. Котушка індуктивністю 1,5 Гн, опором 15 Ом та резистор опором 150 Ом з'єднані паралельно та підключені до джерела, ЕРС якого 60 В. Знайти напругу на затискачах котушки через 0,01 та 0,1 с після розмикання кола.

371. Знайти магнітний потік, який перетинає площу поперечного перерізу котушки, якщо по неї протікає струм в 2 А. Довжина котушки 20 см, діаметр 3 см, кількість витків 400.

372. Соленоїд довжиною 50 см та площею поперечного перерізу 2 см^2 має індуктивність $2 \cdot 10^{-7}$ Гн. При якій силі струму об'ємна густина енергії магнітного поля всередині соленоїда дорівнює 1 мДж/м^3 .

373. Площа поперечного перерізу соленоїда з залізним осердям дорівнює 10 см^2 , довжина соленоїда 1 м, індуктивність 0,4 Гн. Знайти силу струму, який протікає крізь соленоїд, якщо магнітний потік, що пронизує поперечний переріз, дорівнює 1,4 мВб.

374. У соленоїд довжиною 50 см вставили осердя ($B = f(H)$ невідома). Число витків на одиницю довжини 400, площа поперечного перерізу соленоїда 10 см^2 . Знайти індуктивність соленоїда, якщо ві-

домо, що при силі струму крізь обмотку 5 А магнітний потік, що пронизує площу поперечного перерізу, дорівнює 1,6 мВб.

375. Знайти індуктивність соленоїда із залізним осердям, якщо його довжина 50 см, площа поперечного перерізу 10 см^2 , число витків 1000, крізь соленоїд протікає струм в 1,1 А, функція $B = f(H)$ відома.

376. В однорідному магнітному полі, індукція якого 0,1 Тл, рухається провідник довжиною 10 см. Швидкість руху провідника 15 м/с та спрямована перпендикулярно магнітному полю. Чому дорівнює індукована у провіднику ЕРС?

377. Швидкість літака з реактивним двигуном 950 км/год. Знайти ЕРС індукції, що виникає на кінцях крил такого літака, якщо вертикальна складова напруженості земного магнітного поля дорівнює 0,5 А/м, а розмах крил літака 12,5 м.

378. В магнітному полі, індукція якого 500 мТл, обертається стрижень довжиною 1 м зі сталою кутовою швидкістю 20 рад/с. Вісь обертання проходить крізь кінець стрижня та паралельна силовим лініям магнітного поля. Знайти ЕРС індукції, що виникає на кінцях стрижня.

379. Діючий трубопровід з провідною рідиною в ньому знаходиться в магнітному полі. На електродах A та B виникає ЕРС індукції. Знайти швидкість течії рідини у трубопроводі, якщо індукція магнітного поля дорівнює 1 Тл, відстань між електродами (внутрішній діаметр трубопроводу) 50 мм, виникаюча при цьому ЕРС 0,25 мВ.

380. Мідний диск радіусом 5 см знаходиться в магнітному полі, яке перпендикулярне площі диска. Знайти ЕРС такого генератора, якщо індукція магнітного поля дорівнює 200 мТл, частота обертання диска – 8 об/с. Показати напрямок електричного струму, якщо магнітне поле направлене від нас до малюнка, а диск обертається проти годинникової стрілки.

381. Трансформатор, понижуючий напругу з 200 до 12 В, має у первинній обмотці 2000 витків. Опір вторинної обмотки – 0,15 Ом. Нехтуючи опором первинної обмотки, знайти число витків у вторинній обмотці, якщо в зовнішню мережу (в мережу пониженої напруги) передають потужність 20 Вт.

382. Соленоїд без осердя з одношаровою обмоткою з дроту діаметром 0,5 мм має довжину 0,4 м та поперечний переріз 50 см^2 . Який струм протікає по обмотці при напрузі 10 В, якщо за час 0,5 мс в обмотці виділяється кількість теплоти, що дорівнює енергії поля в середині соленоїда? Поле вважати однорідним.

383. Об'ємна густина енергії магнітного поля всередині соленоїда малого діаметра довжиною 50 см дорівнює $0,7 \text{ Дж/м}^3$. Знайти магніто-рушійну силу цього соленоїда.

384. Знайти індуктивність соленоїда довжиною l та опором R , якщо обмоткою соленоїда є дріт масою m (прийняти густину дроту та його питомий опір відповідно за ρ та ρ').

385. Соленоїд довжиною 0,8 м має одношарову обмотку з алюмінієвого дроту масою 400 г. Знайти час релаксації t для цього соленоїда. Густина та питомий опір алюмінію дорівнюють відповідно $\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$ та $\rho' = 26 \text{ нОм}\cdot\text{м}$.

386. Два соленоїди ($L_1 = 0,64 \text{ Гн}$, $L_2 = 1 \text{ Гн}$) однакової довжини та приблизно рівного перерізу вставлені один в другий. Знайти взаємну індуктивність соленоїдів.

387. Дві котушки намотані на одне осердя. Індуктивність першої котушки $L_1 = 0,12 \text{ Гн}$, другої $L_2 = 3 \text{ Гн}$. Опір другої котушки $R_2 = 300 \text{ Ом}$. Знайти силу струму I_2 у другій котушці, якщо за час 0,01 с силу струму у першій котушці зменшити від $I_1 = 0,5 \text{ А}$ до нуля.

388. Трансформатор із коефіцієнтом трансформації 0,5 знижує напругу з 220 до 6 В. При цьому сила струму у вторинній обмотці дорівнює 6 А. Нехтуючи втратами енергії у первинній обмотці, знайти опір вторинної обмотки трансформатора.

389. Трансформатор, що знижує напругу з 6 кВ до 220 В, має у первинній обмотці 200 витків. Опір вторинної обмотки $R_2 = 1 \text{ Ом}$. Опір зовнішнього кола (в мережі пониженої напруги) $R = 12 \text{ Ом}$. Нехтуючи опором первинної обмотки, знайти число витків у вторинній обмотці трансформатора.

390. Котушка діаметром 2 см, що має один шар витків ($N = 500$ витків), які щільно прилягають один до одного, поміщена у магнітне поле. Вісь котушки паралельна лініям індукції. Магнітна індукція поля рівномірно змінюється зі швидкістю 1 мТл/с . Знайти теплову потужність, що виділяється у котушці, якщо її кінці коротко замкнені.

391. В однорідному магнітному полі з індукцією 20 мТл рівномірно обертається навколо вертикальної вісі горизонтальний стрижень довжиною 0,5 м. Вісь обертання проходить крізь кінець стрижня паралельно лініям магнітної індукції. Знайти кількість обертів у секунду, при якій на кінцях стрижня виникає різниця потенціалів 0,1 В.

392. Магнітна індукція B поля між полюсами двохполюсного генератора дорівнює 1 Тл. Ротор має 140 витків (площа кожного 500 см^2). Знайти частоту обертання ротору, якщо максимальне значення ЕРС індукції дорівнює 220 В.

393. В однорідному магнітному полі ($B = 0,2$ Тл) рівномірно обертається прямокутна рамка, що має 200 витків, які щільно прилягають один до одного. Площа рамки 100 см^2 . Знайти частоту обертання рамки, якщо максимальна індукована ЕРС дорівнює $12,6$ В.

394. В однорідному магнітному полі рівномірно обертається прямокутна рамка з частотою 600 с^{-1} . Амплітуда індукованої ЕРС – 3 В. Знайти максимальний магнітний потік крізь рамку.

395. В магнітне поле, яке змінюється за законом $B = B_0 \cdot \sin(\omega t)$ ($B_0 = 0,1$ Тл, $\omega = 4 \text{ с}^{-1}$), поміщена квадратна рамка зі стороною 50 см, нормаль до рамки утворює з напрямком поля кут 45° . Знайти ЕРС індукції, що виникає у рамці в момент часу 5 с.

396. Кільце з алюмінієвого дроту ($\rho = 25 \text{ нОм} \cdot \text{м}$) розміщене в магнітному полі перпендикулярно лініям магнітної індукції. Діаметр кільця – 30 см, діаметр дроту – 2 мм. Знайти швидкість зміни магнітного поля, якщо струм в кільці дорівнює 1 А.

397. Дротяний виток площею 100 см^2 та опором 5 Ом розташований в однорідному магнітному полі напруженістю 10 кА/м перпендикулярно лініям магнітної індукції. При повороті витка в магнітному полі відлік гальванометра, замкненого на виток, складає $12,6 \text{ мкКл}$. Знайти кут повороту витка.

398. В однорідному магнітному полі з індукцією $0,3$ Тл поміщена прямокутна рамка з рухомою стороною, довжина якої 15 см. Знайти ЕРС індукції, що виникає в рамці, якщо її рухома сторона переміщується перпендикулярно лініям магнітної індукції із швидкістю 10 м/с.

399. Дві гладкі замкнені металеві шини, відстань між якими 30 см, з перемичкою, що ковзає без тертя, знаходяться в однорідному магнітному полі з індукцією $0,1$ Тл, яке перпендикулярне площині контуру. Перемичка масою 5 г ковзає вниз із постійною швидкістю $0,5$ м/с. Знайти опір перемички. Самоіндукцією контуру та його опором знехтувати.

400. Плоский контур з тонкого дроту знаходиться в однорідному магнітному полі, яке спрямоване під кутом 45° до площини контуру; $\frac{d\vec{B}}{dt} < 0$. Знайти напрям індукційного струму в контурі та напрям елементарної сили dF , що діє на нескінченно малий відрізок кола з боку магнітного поля.

401. Плоский контур з тонкого дроту знаходиться в однорідному магнітному полі, яке спрямоване під кутом 60° до площини контуру;

$\frac{d\vec{B}}{dt} > 0$. Знайти напрям індукційного струму в контурі та напрям

елементарної сили dF , що діє на малу ділянку кола d_l з боку магнітного поля.

402. Тороїд з повітряним осердям має 20 витків на 1 см. Знайти об'ємну густину енергії в тороїді, якщо по його обмотці протікає струм 3 А.

403. Плоский контур з тонкого дроту знаходиться в однорідному магнітному полі, яке спрямоване перпендикулярно до площини контуру; $\frac{d\vec{B}}{dt} > 0$. Знайти напрям індукційного струму в контурі та напрям елементарної сили dF , що діє на малу ділянку кільця d_l з боку магнітного поля.

404. Плоский контур з тонкого дроту знаходиться в однорідному магнітному полі, яке спрямоване під кутом 30° до площини контуру; $\frac{d\vec{B}}{dt} > 0$. Знайти напрям індукційного струму в контурі та напрям елементарної сили dF , що діє на малу ділянку кільця d_l з боку магнітного поля.

405. Плоский контур з тонкого дроту знаходиться в однорідному магнітному полі, яке спрямоване під кутом 30° до площини контуру. Індукцію поля стали зменшувати. Знайти напрям індукційного струму в цьому контурі та напрям елементарної сили dF , що діє на елемент кільця d_l з боку магнітного поля.

406. Рамка довільної форми обертається в однорідному магнітному полі. Вісь обертання співпадає з напрямом вектора індукції поля. Чи буде індукуватися ЕРС?

407. В однорідному магнітному полі з індукцією B знаходиться кільце із надпровідника. Силкові лінії перпендикулярні до площини кільця. Чому буде дорівнювати магнітний потік, який пронизує кільце, після того як зовнішнє поле виключити? Радіус кільця R .

408. Замкнений контур витягують з простору між полюсами магніту. 1. Який напрям індукційного у контурі струму? 2. Чи потрібна дія сили для виведення контуру із поля? 3. Чи залежить кількість теплоти, що виділяється при переміщенні контуру, від часу переміщення?

409. При гальмуванні поїзда метро електродвигуни відключають від контактного проводу та підключають до спеціальних реостатів. Пояснити такий спосіб гальмування.

410. Падаючий ребром мідний п'ятак попадає в щілину між полюсами електромагніта так, що магнітне поле перпендикулярне площі монети. Як буде змінюватись прискорення падіння монети? Магнітне поле між полюсами вважати однорідним.

411. Кількість витків котушки зменшили в 2 рази, але зберегли її геометричні розміри та струм у обмотці. Як при цьому зміняться: а) індуктивність котушки; б) енергія магнітного поля котушки; в) середня густина енергії магнітного поля всередині котушки?

412. Всі геометричні розміри котушки зменшили в 2 рази, але зберегли кількість витків та струм у обмотці. Як змінюються: а) індуктивність котушки; б) енергія магнітного поля котушки; в) середня густина енергії магнітного поля всередині котушки?

413. Міжгалактичний простір заповнили атомарним воднем з концентрацією 1 см^{-3} , середня швидкість атомів 1 км/с . Оцінити відношення густини енергії магнітного поля W_m до густини кінетичної енергії W_k атомарного водню. Прийняти індукцію магнітного поля $B = 10^{-10} \text{ Тл}$.

414. Прямий постійний магніт падає крізь замкнене металеве кільце. Чи буде магніт падати з прискоренням вільного падіння?

415. Магніт падає вниз по довгій магнітній трубці. Пояснити характер падіння. Опором повітря знехтувати.

416. Як треба рухати в магнітному полі Землі мідне кільце, щоб в ньому виникав індукційний струм?

417. Котушка має немагнітний циліндричний каркас та 750 витків. Індуктивність котушки 25 мГн. Для того щоб збільшити індуктивність до 36 мГн, обмотку з котушки зняли та замінили обмоткою з більш тонкого дроту, з таким розрахунком, щоб довжина котушки залишилась такою ж. Скільки витків стало у котушці після заміни?

418. Знайти індуктивність двохпровідної лінії на ділянці довжиною 1 км. Радіус проводу 1 мм, відстань між осьовими лініями 0,4 м.

419. Кільце з дроту знаходиться в магнітному полі, яке змінюється з часом. Показати напрям струму, який наводиться в кільці, та напрям елементарної сили dF , що діє на малу ділянку кільця d_l з боку магнітного поля.

420. Оцінити енергію W , яка накопичена надпровідним соленої-

дом з такими параметрами: довжина 0,5 м, радіус 1 см. Індукція магнітного поля всередині соленоїда 0,1 Тл.

421. Площа поперечного перерізу соленоїда із залізним осердям дорівнює 10 см^2 . Знайти магнітну проникність матеріалу сердечника, якщо магнітний потік, який перетинає площу поперечного перерізу соленоїда, дорівнює $1,4 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$.

422. В соленоїд довжиною 50 см вставили осердя, $B = f(H)$ – невідома. Кількість витків на одиницю довжини – 400, площа поперечного перерізу соленоїду – 10 см^2 . Знайти магнітну проникність осердя при силі струму крізь обмотку соленоїда 5 А. Відомо, що магнітний потік, який перетинає площу поперечного перерізу соленоїду з осердям, дорівнює $1,6 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$.

423. Крізь котушку, індуктивність якої 21 мГн, протікає струм, який змінюється в часі за законом $I = I_0 \sin(\omega t)$; $I_0 = 5 \text{ А}$; $T = 0,02 \text{ с}$. Знайти залежність від часу: 1) ЕРС самоіндукції; 2) енергії магнітного поля котушки.

424. Дві котушки мають взаємну індуктивність, що дорівнює $L_{12} = 5 \text{ мГн}$. В першій котушці сила струму змінюється за законом $I = I_0 \sin(\omega t)$, де $I_0 = 10 \text{ А}$, $T = 0,02 \text{ с}$. Знайти: 1) залежність від часу ЕРС, що індукується у другій котушці; 2) найбільше значення цієї ЕРС.

425. Котушка діаметром 10 см має 500 витків, що знаходяться у магнітному полі. Чому буде дорівнювати середнє значення ЕРС індукції в котушці, якщо індукція магнітного поля збільшується протягом 0,1 с від нуля до 2 Тл.

426. Коловий дротяний виток площею 100 см^2 знаходиться в однорідному магнітному полі, індукція якого 150 мТл. Площа витка перпендикулярна до напрямку магнітного поля. Чому дорівнює середнє значення ЕРС індукції, яка виникає у витку при виключенні поля протягом 0,01 с?

427. Котушка має 400 витків при довжині 20 см. Площа поперечного перерізу 9 см^2 . Знайти індуктивність котушки у двох випадках: 1) без осердя; 2) із залізним осердям ($\mu_3 = 400$).

428. Котушка довжиною 20 см та діаметром 3 см має 400 витків. По котушці протікає струм в 2 А. Знайти індуктивність котушки.

429. Скільки витків налічує котушка, індуктивність якої 1 мГн, якщо при силі струму 1 А магнітний потік крізь котушку дорівнює 2 мВб ?

430. Індуктивність соленоїда при дожині 1 м та площі попереч-

ного перерізу 20 см^2 дорівнює $0,4 \text{ мГн}$. Знайти силу струму в соленоїді, при якій об'ємна густина енергії магнітного поля всередині соленоїда дорівнює $0,1 \text{ Дж/м}^3$.

431. Котушка має індуктивність $0,1 \text{ Гн}$ та опір $0,8 \text{ Ом}$. У скільки разів зменшиться сила струму в котушці через 30 мс , якщо джерело струму відключити, а котушку коротко замкнути?

432. Через який час сила струму замикання досягне $0,95$ максимального значення, якщо джерело струму замкнене на котушку опором 12 Ом та індуктивністю $0,5 \text{ Гн}$?

433. Котушка індуктивністю $0,6 \text{ Гн}$ підключена до джерела струму. Знайти опір котушки, якщо за 3 с сила струму крізь котушку досягає 80% максимального значення.

434. Дві котушки намотані на одне спільне осердя. Знайти їх взаємну індуктивність, якщо при швидкості зміни сили струму в першій котушці 3 А/с в другій котушці індукується ЕРС $E_{12} = 0,3 \text{ В}$.

435. Сила струму в обмотці соленоїда, який налічує 1500 витків, дорівнює 5 А . Магнітний потік крізь поперечний переріз соленоїда складає 200 мкВб . Знайти енергію магнітного поля

436. Обмотка електромагніту, що знаходиться під сталою напругою, має опір 15 Ом та індуктивність $0,3 \text{ Гн}$. Знайти час, за який у обмотці виділиться кількість теплоти, що дорівнює енергії магнітного поля в осерді.

437. Соленоїд діаметром 4 см , що налічує 500 витків, знаходиться в магнітному полі, індукція якого змінюється зі швидкістю 1 мТл/с . Вісь соленоїда утворює з вектором магнітної індукції кут 45° . Знайти ЕРС індукції, яка виникає у соленоїді.

438. Довгий соленоїд індуктивністю 4 мГн має 600 витків. Площа поперечного перерізу його 20 см^2 . Знайти магнітну індукцію поля всередині соленоїда, якщо сила струму, що протікає по його обмотці, дорівнює 6 А .

439. Дві довгі котушки намотані на спільне осердя, при цьому індуктивність котушок $L_1 = 0,64 \text{ Гн}$ та $L_2 = 0,04 \text{ Гн}$. У скільки разів число витків першої котушки більше за число витків у другій?

440. Знайти, скільки витків дроту, що щільно прилягають один до одного та мають діаметр $0,5 \text{ мм}$, треба намотати на картонний циліндр діаметром $1,5 \text{ см}$, щоб одержати одношарову котушку індуктивністю 100 мкГн ?

441. Крізь котушку, індуктивність якої дорівнює 200 мГн , протікає струм, що змінюється за законом $I = 2 \cdot \cos(3t)$. Знайти: 1) закон зміни ЕРС самоіндукції; 2) максимальне значення ЕРС самоіндукції.

442. У соленоїді без осердя, який має 1000 витків, при збільшенні сили струму магнітний потік збільшується на 1 мВб. Знайти середню ЕРС самоіндукції, яка виникає у соленоїді, якщо зміна сили струму відбулась за 1 с.

443. Сила струму в обмотці соленоїда, що має 1500 витків, дорівнює 5 А. Магнітний потік крізь поперечний переріз соленоїда складає 200 мкВб. Знайти енергію магнітного поля.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. *Детлаф А.А., Яворский Б.М.* Курс физики: Учеб. пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1989.

2. Загальні основи фізики: Навч. посібник. Кн. 2: Електрика та магнетизм / *І.Г. Багацька, Д.Б. Головка* та ін. – К.: Либідь, 1998.

3. *Зисман Г.А., Тодес О.М.* Курс общей физики: Учеб. пособие для вузов. – 3-е изд. – М.: Наука, 1967. – Т. 2.

4. *Кучерук І.М., Горбачук І.Т., Луцик Л.П.* Загальний курс фізики: Навч. посібник: У 3 т. – Т. 2. Електрика і магнетизм. – К.: Техніка, 1999.

5. *Савельев И.В.* Курс физики: Учебник: В 3 т. – Т.1: Электричество и магнетизм. – М.: Наука, 1989. – § 1–35.

6. *Трофимова Т.И.* Курс физики: Учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1990.

7. Элементарный учебник физики: Учебное пособие: В 3 т. / Под ред. *Г.С. Ландсберга*. – Т. 2: Электричество и магнетизм. – 10-е изд. – М.: Наука, 1984.

Навчальне видання

КОВАЛЬ Сергій Станіславович
УШКАЦ Михайло Вікторович

МАГНІТНЕ ПОЛЕ

Збірник задач для індивідуальної роботи з курсу фізики

Під ред. О.О. Мочалова
Практикум

Редактор М.П. Фоміна
Комп'ютерна правка та верстка В.Г. Єлесіна
Коректор Н.О. Шайкіна

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного
реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 1150 від 12.12.2002 р.

Підписано до друку 12.05.05. Формат 60×84/16. Папір офсетний.
Гарнітура Таймс. Друк офсетний. Ум. друк. арк. 3,0. Обл.вид. арк. 3,2.
Тираж 100 прим. Вид. № 9. Зам. № 84. Ціна договірна

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування,
54002, м. Миколаїв, вул. Скороходова, 5