## Элементы содержания № 13.
## Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца

**1.** Между полюсами постоянного магнита расположена проволочная рамка, которая может свободно поворачиваться вокруг своей оси $OO'$. Концы рамки припаяны к кольцам 2, на которые наложены щётки 3, соединённые с источником тока (см. рис. 129). Как будет вести себя рамка?

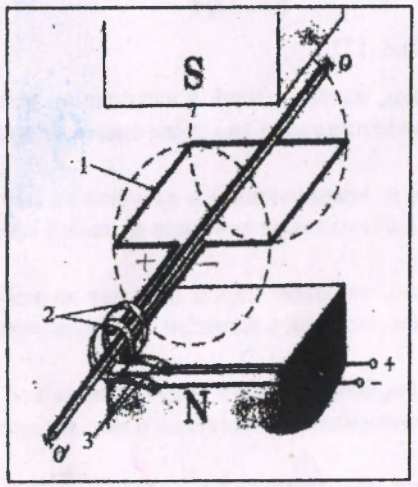
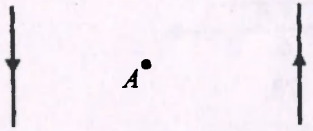


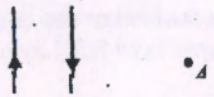

Рис. 129.

1) будет оставаться неподвижной
2) повернётся перпендикулярно магниту стороной 1 вниз
3) повернётся перпендикулярно магниту стороной 1 вверх
4) будет непрерывно вращаться вокруг оси.

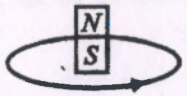
**2.** По двум проводникам текут токи в направлениях, которые указаны на рис. 141. Как будет направлено (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) магнитное поле в точке $A$? Ответ запишите словом (словами).




**3.** По двум проводникам текут одинаковые по силе токи в направлениях, которые указаны на рис. 140. Как будет направлено (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) магнитное поле в точке $A$? Ответ запишите словом (словами).



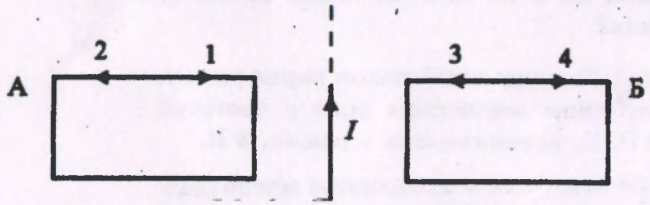

**4.** Как надо перемещать постоянный магнит (вид сверху) относительно замкнутого контура, чтобы в нём возник ток заданного направления (см. рис. 228)?



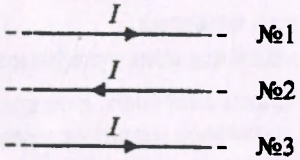

**5.** Какую работу совершает сила Лоренца за время, в течение которого заряд $q$ массой $m$, двигаясь в магнитном поле с индукцией $B$, перпендикулярной скорости, совершит один оборот?

1) $2\pi mv^2$ 2) $\frac{mv^2}{2\pi}$ 3) $\frac{mv^2}{2}$ 4) не совершает работу

**6.** По прямому проводнику течёт уменьшающийся во времени ток (см. рис. 229). В замкнутых контурах А и Б индукционные токи направлены в стороны ...




**7.** Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Ампера, действующая на проводник № 3 со стороны двух других (см. рис. 149), если все проводники тонкие, лежат на одной плоскости и параллельны друг другу? По проводникам идёт одинаковый ток силой $I$. Ответ запишите словом (словами).




## Элементы содержания № 15.
## Поток вектора магнитной индукции, закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки

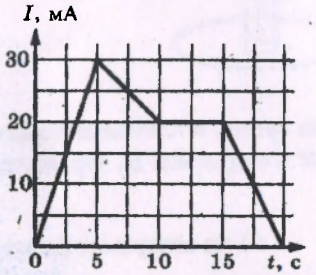
**8.** В контуре индуктивностью $L = 0{,}5$ Гн ток равномерно увеличился от 1 А до 5 А за 0,1 с. Чему равна ЭДС самоиндукции, возникшая в контуре?

**9.** Прямоугольная рамка площадью $S$ вращается в однородном магнитном поле индукцией $B$ с частотой $\nu$, причём ось вращения перпендикулярна вектору магнитной индукции. Как со временем меняется магнитный поток, если в начальный момент времени он был максимальным?

1) $\Phi = BS\cos 2\pi\nu t$ 2) $\Phi = BS\sin 2\pi\nu t$

3) $\Phi = \frac{B}{c}\cos 2\pi\nu t$ 4) $\Phi = \frac{B}{c}\sin 2\pi\nu t$

10. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 2 мГн. Определите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 до 15 с.




11. Проволочная рамка сопротивлением 2 кОм помещена в магнитное поле. Магнитный поток через площадь рамки равномерно изменяется на 8 Вб за 2 мс. Чему равна при этом сила тока в рамке?

12. Определите максимальный магнитный поток через рамку, вращающуюся в однородном магнитном поле с частотой 10 Гц. Максимальная ЭДС, возникающая в рамке, 3 В.

13. Проводник длиной 50 см движется в однородном магнитном поле со скоростью 4 м/с перпендикулярно силовым линиям. Найдите разность потенциалов, возникающую на концах проводника, если вектор магнитной индукции 8 мТл.

## Элементы содержания № 16.
## Электродинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков).

14. Что покажет стрелка гальванометра, подсоединённого в разрыв проволочного кольца, если сквозь него падает полосовой магнит северным полюсом вниз (см. рис. 177)? Выберите два верных утверждения.

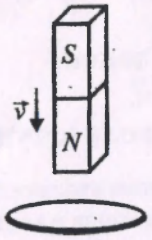



Рис. 177.

1) Тока не будет.
2) Ток будет протекать.
3) Ток будет течь по часовой стрелке.
4) Ток будет течь против часовой стрелки.
5) Направление тока будет изменяться.

15. На рис. 171 приведён график зависимости силы тока в катушке индуктивности от времени. Выберите два верных утверждения.

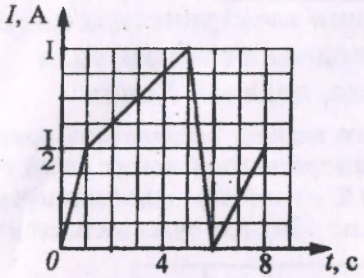



Рис. 171.

1) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает максимальное значение в момент времени 4 с.
2) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает максимальное значение в момент времени в интервале 5–6 с.
3) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает минимальное значение в момент времени в интервале 5–6 с.
4) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает максимальное значение в момент времени в интервале 1–5 с.
5) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке за всё указанное время, принимает минимальное значение в момент времени в интервале 1–5 с.

16. На рис. 178 приведён график зависимости силы тока от времени в катушке индуктивностью 1 Гн. Выберите два верных утверждения на основании данных приведённого графика.

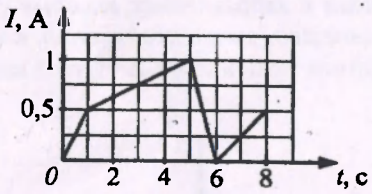
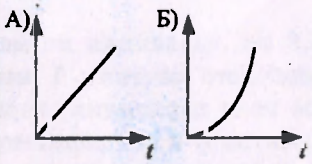



Рис. 178.

1) В интервале времени 5–6 с ЭДС самоиндукции в катушке не возникает.
2) Величина ЭДС индукции в интервале времени 1–5 с равна 0,125 В.
3) Энергия магнитного поля в катушке в момент времени 5 с равна 0,5 Дж.
4) В момент времени 6 с из катушки вынимают сердечник.
5) В интервале 0–6 с направление действия ЭДС не изменяется.

**17.** В катушке индуктивностью $L$ при равномерном увеличении силы тока на $\Delta I$ возникла ЭДС самоиндукции $\mathcal{E}$. Графики А и Б представляют изменения физических величин во время изменения силы тока в катушке. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут описывать.

| Графики | Физические величины |
|---|---|
| А)  | 1) сила тока<br>2) ЭДС самоиндукции<br>3) энергия магнитного поля в катушке<br>4) индуктивность катушки |

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

## Элементы содержания № 17. Электродинамика (изменение физических величин в процессах).

**18.** Рядом с бесконечно длинным прямым проводом с током расположена прямоугольная проволочная рамка (см. рис. 188). Сила тока $I$ увеличивается с постоянной скоростью.

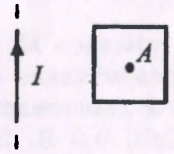



Рис. 188.

Как изменяется магнитное поле в точке $A$, созданное проводом, и сила индукционного тока в рамке?

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Индукция | Сила индукционного тока |
|---|---|
| | |

**19.** В однородном магнитном поле находится проводящий виток, ориентированный перпендикулярно линиям магнитной индукции. За некоторый промежуток времени поле уменьшают до нуля, вследствие чего по проводнику протекает некоторый заряд. Как изменятся ЭДС индукции и индукционный ток, если время выключения поля уменьшить?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу цифры, выбранные для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| ЭДС индукции | Индукционный ток |
|---|---|
| | |

**20.** Что произойдёт с силой тока в цепи и магнитной индукцией внутри катушки, если ползунок реостата переместить влево (см. рис. 190)?

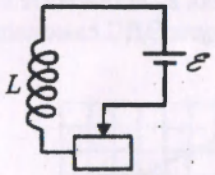



Рис. 190.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Сила тока | Магнитная индукция |
|---|---|
| | |

## Элементы содержания № 18. Электродинамика и основы СТО (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами).

**21.** Как определяется направление следующих физических величин?

| Физическая величина | Правило определения |
|---|---|
| А) вектор магнитной индукции<br>Б) индукционный ток | 1) правило левой руки<br>2) правило буравчика<br>3) правило Ленца |

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столба и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

22. В катушке с индуктивностью $L$ ток равномерно нарастает от нуля до величины $I$ за время $\Delta t$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| Физические величины | Формулы |
|---|---|
| А) модуль ЭДС самоиндукции в катушке | 1) $LI\Delta t$ |
| Б) энергия магнитного поля катушки в конце промежутка $\Delta t$ | 2) $\frac{LI}{\Delta t}$ |
| | 3) $\frac{LI^2}{2}$ |
| | 4) $LI$ |

23. На рисунке 149 представлен график зависимости силы тока $I$ в катушке индуктивностью 100 мГн от времени $t$. Установите соответствие между частками графика и значениями модуля ЭДС самоиндукции.

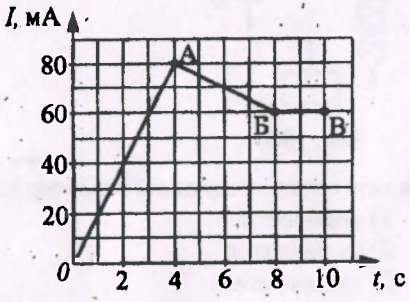



Рис. 149.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| Участок графика | Модуль ЭДС самоиндукции |
|---|---|
| А) АБ | 1) 0 В |
| Б) БВ | 2) 0,075 В |
| | 3) 0,5 мВ |
| | 4) 0,025 В |
| | 5) 2 мВ |

## Элементы содержания № 27.
## Электродинамика, квантовая физика (расчётная задача)

24. Заряженная частица движется в магнитном поле по окружности радиусом 4 см со скоростью $10^6$ м/с. Индукция магнитного поля равна 0,6 Тл. Найдите заряд частицы, если её энергия равна $19{,}2 \cdot 10^{-16}$ Дж.

Ответ: _____ $\cdot 10^{-19}$ Кл.

25. Протон вращается в однородном магнитном поле индукцией 0,1 Тл по окружности. Каков период его обращения?

Ответ: _____мкс.

26. В витке, выполненном из алюминиевого провода длиной 10 см и площадью поперечного сечения 1,4 мм$^2$, скорость изменения магнитного потока 10 мВб/с. Определите силу индукционного тока. Удельное сопротивление алюминия $2{,}8 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.

27. Квадратная рамка со стороной 6,8 см, сделанная из медной проволоки с площадью поперечного сечения 1 мм$^2$, помещена в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Индукция магнитного поля равномерно изменяется на 0,002 Тл за 0,1 с. Чему равна при этом сила тока в рамке? Удельное сопротивление меди $1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.

28. Замкнутая катушка из 100 витков площадью 10 см$^2$ помещена в однородное магнитное поле перпендикулярно ее оси. При изменении магнитного поля на 0,1 Тл за 0,1 с в катушке выделяется 0,002 Дж тепла. Чему равно сопротивление катушки?

29. Из провода длиной 2 м сделан квадрат, который расположен горизонтально. Какой электрический заряд пройдет по проводу, если его потянуть за две диагонально противоположные вершины так, чтобы он сложился? Сопротивление провода 0,1 Ом. Вертикальная составляющая магнитного поля Земли 50 мкТл.

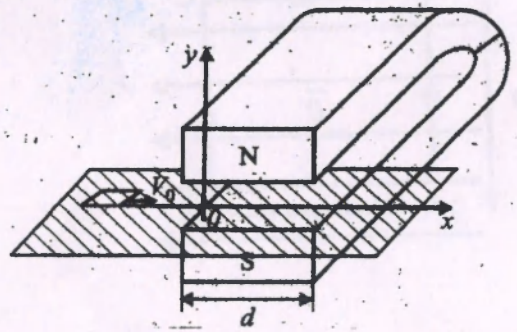
30. Самолет с размахом крыльев 15 м и мощностью двигателя 10 МВт летит горизонтально с постоянной скоростью. Определите силу тяги двигателей, если между концами крыльев наводится ЭДС 0,3 В. Вертикальная составляющая вектора индукции магнитного поля Земли 0,1 мТл.

31. Круговой контур площадью 0,1 м$^2$ помещен в однородное магнитное поле индукцией 0,1 Тл. Плоскость контура перпендикулярна направлению магнитного поля, сопротивление контура 2 Ом. Какой заряд протечет по контуру при повороте его на 120°?

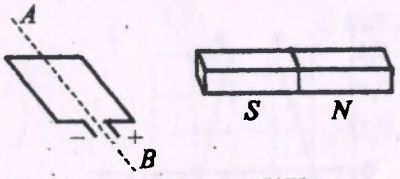
32. Круглая рамка вращается в однородном магнитном поле вокруг оси, проходящей через ее диаметр и перпендикулярной вектору индукции. Найдите максимальную величину ЭДС индукции, возникающей в рамке, если ее площадь 0,2 м$^2$, угловая скорость вращения 50 рад/с, а индукция магнитного поля 0,1 Тл.

## Элементы содержания № 28.
## Механика — квантовая физика (качественная задача)

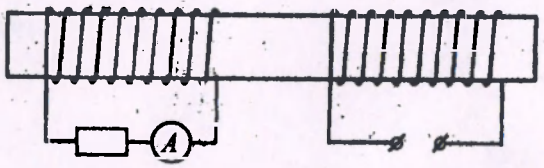
33. Квадратная рамка со стороной $a$ изготовлена из медной проволоки. Рамка находится на гладкой горизонтальной поверхности. Начальное положение рамки изображено на рисунке 97. Рамке сообщают начальную скорость $V_0$ вдоль оси $Ox$. За время движения рамка проходит между полюсами магнита и вновь оказывается в области, где магнитное поле отсутствует. Ширина полюсов магнита $d$. Опишите характер движения рамки между полюсами магнита. Считайте, что магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами.



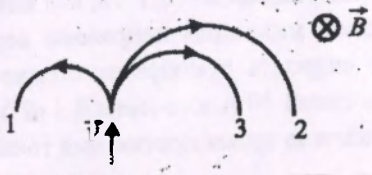

34. Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита. Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке 233. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси $AB$, если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.




35. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке 114. Напряжение на клеммах правой катушки можно изменять. По какому закону нужно изменять напряжение на концах правой катушки, чтобы показания амперметра не зависели от времени? Ответ поясните, указав, какие физические законы и явления вы использовали.

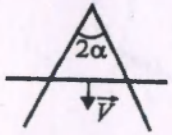



36. На рисунке 52 показаны траектории движения заряженных частиц, движущихся в магнитном поле с одинаковыми по модулю скоростями. Укажите знаки зарядов частиц и сравните их удельные заряды. Ответ поясните, опираясь на законы механики и электродинамики.



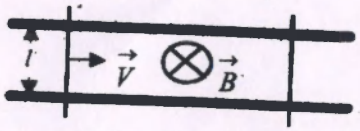

## Элементы содержания № 31.
## Электродинамика (расчётная задача)

37. Вдоль контура (см. рис. 258) от его вершины движется перемычка со скоростью $v$. Контур находится в перпендикулярном магнитном поле с индукцией $B$. Сопротивление единицы длины провода контура и перемычки $r$. Найдите силу тока, текущего по контуру.

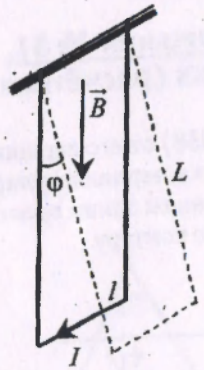



38. Замкнутый контур из тонкой проволоки помещен в магнитное поле. Плоскость контура перпендикулярна вектору магнитной индукции поля. Площадь контура $S = 2 \cdot 10^{-3}$ м$^2$. В контуре возникают колебания тока с амплитудой $i_м = 35$ мА, если магнитная индукция поля меняется с течением времени в соответствии с формулой $B = a\cos(bt)$, где $a = 6 \cdot 10^{-3}$ Тл, $b = 3500$ с$^{-1}$. Чему равно электрическое сопротивление контура $R$?

39. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция $\vec{B}$ которого направлена вертикально вниз (см. рис.). Левый проводник движется вправо со скоростью $\vec{V}$, а правый — покоится. С какой скоростью $\vec{U}$ надо перемещать правый проводник (такой же), чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



40. Металлический стержень длиной $l$ = 0,1 м и массой $m$ = 10 г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной $L$ = 1 м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B$ – 0,1 Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. Какую максимальную скорость приобретет стержень, если по нему пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол φ отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.




41. Электрон влетает в область однородного магнитного поля индукцией $B$ = 0,01 Тл со скоростью $\upsilon$ = 1000 км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Какой путь он пройдет к тому моменту, когда вектор его скорости повернется на 1°?

42. Электрон ускоряется электрическим полем, проходя разность потенциалов $10^5$ В, а затем влетает в магнитное поле перпендикулярно его границе. На расстоянии 5 см от точки $A$ находится мишень $M$ (рис. 143). Угол между скоростью электрона в точке $A$ и отрезком $AM$ 60°. Чему равна индукция магнитного поля, если известно, что электрон попадает в мишень?

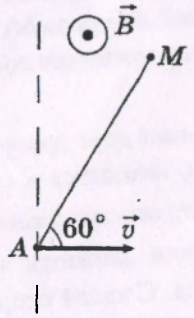
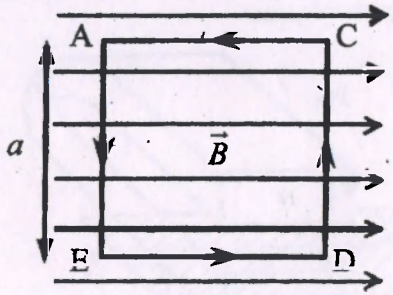
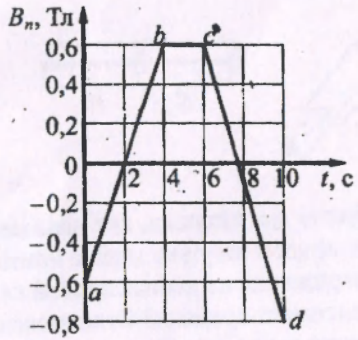



Рис. 143

43. На непроводящей горизонтальной поверхности стола лежит жесткая рамка массой $m$ из однородной тонкой проволоки, согнутая в виде квадрата ACDE со стороной $a$ (см. рис.). Рамка находится в однородном горизонтальном магнитном поле, вектор индукции $\vec{B}$ которого перпендикулярен сторонам AE и CD и равен по модулю $B$. По рамке течет ток в направлении, указанном стрелками (см. рис.). При какой минимальной силе тока рамка начнет поворачиваться вокруг стороны CD?




44. Проволочная рамка с сопротивлением $R$ = 0,2 Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$. На рисунке изображено изменение проекции вектора $\vec{B}$ на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t$ = 10 с в рамке выделилось количество теплоты $Q$ = 4,1 мДж. Какова площадь рамки?