

Исследование явления электромагнитной индукции (11 класс)

**Анжелика Васильевна
Кошкина**

По материалам УМК
Л. Э. Генденштейна, А. А. Булатовой,
И. Н. Корнильева, А. В. Кошкиной



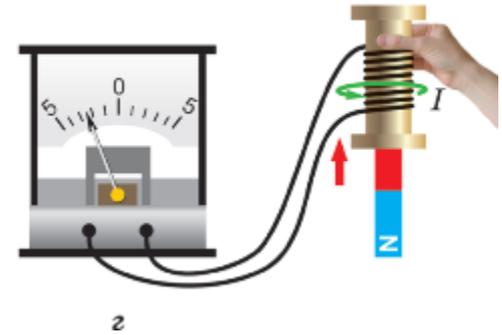
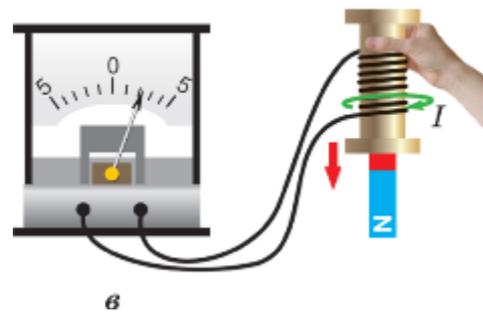
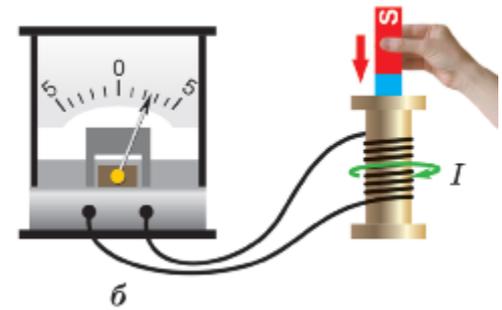
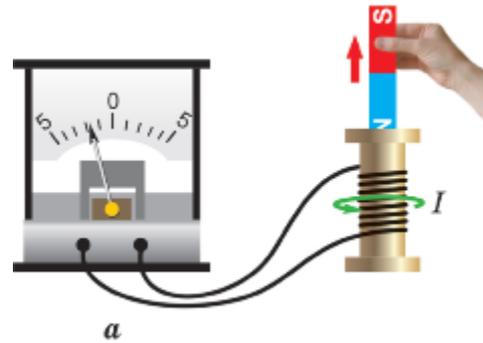
Явление электромагнитной индукции



Ф
Р
О
Н
Т
А
Л
Ь
Н
О

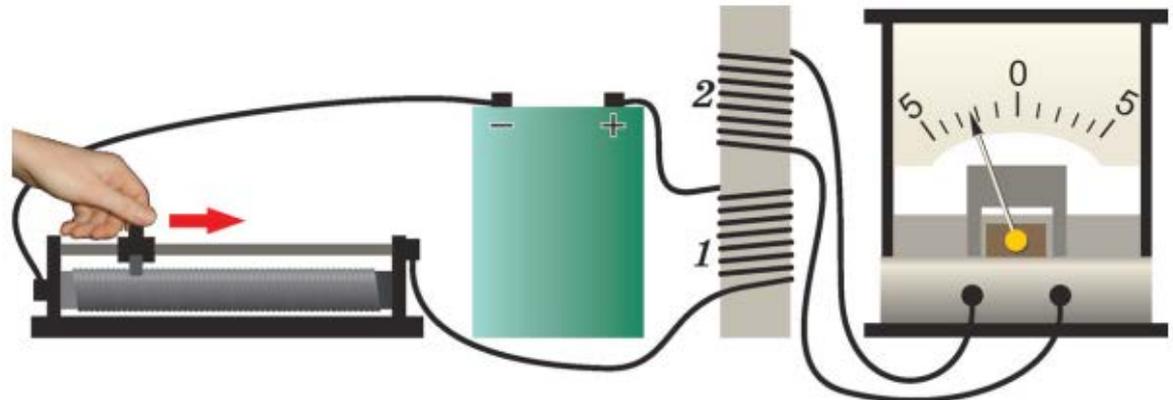
Явление электромагнитной индукции

Возникновение индукционного тока при движении постоянного магнита относительно катушки.



Опыты Фарадея

Возникновение индукционного тока при изменении магнитного поля внутри катушки, независимо от того, чем обусловлено изменение магнитного поля.



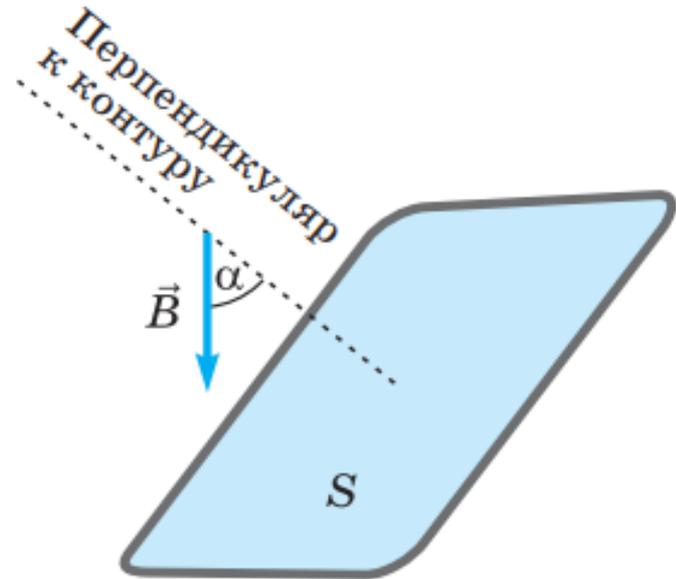
Явление электромагнитной индукции

Чтобы сформулировать основной вывод Фарадея в виде формулы, надо ввести понятие магнитного потока.

магнитный поток определяется формулой

$$\Phi = B_{\perp} S = BS \cos \alpha,$$

где α — угол между вектором магнитной индукции и перпендикуляром к плоскости контура



явление электромагнитной индукции состоит в том, что при изменении магнитного потока через замкнутый проводящий контур в этом контуре возникает индукционный ток.

Явление электромагнитной индукции

Из формулы для магнитного потока следует, что индукционный ток в проводящем контуре возникает по следующим причинам:

- изменяется модуль магнитной индукции B ;
- изменяется площадь контура S ;
- изменяется угол α между перпендикуляром к контуру и вектором магнитной индукции.

Индукционный ток может быть обусловлен, конечно, не только одной, а двумя или даже тремя из этих причин одновременно.

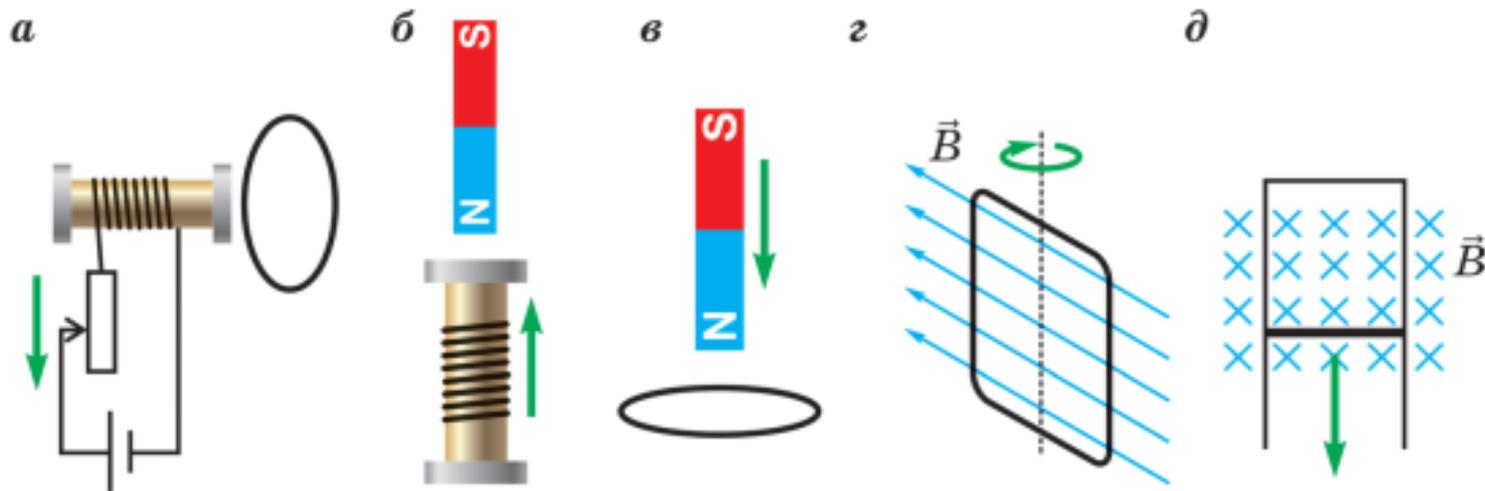
Явление электромагнитной индукции

Из формулы для магнитного потока следует, что индукционный ток в проводящем контуре возникает по следующим причинам:

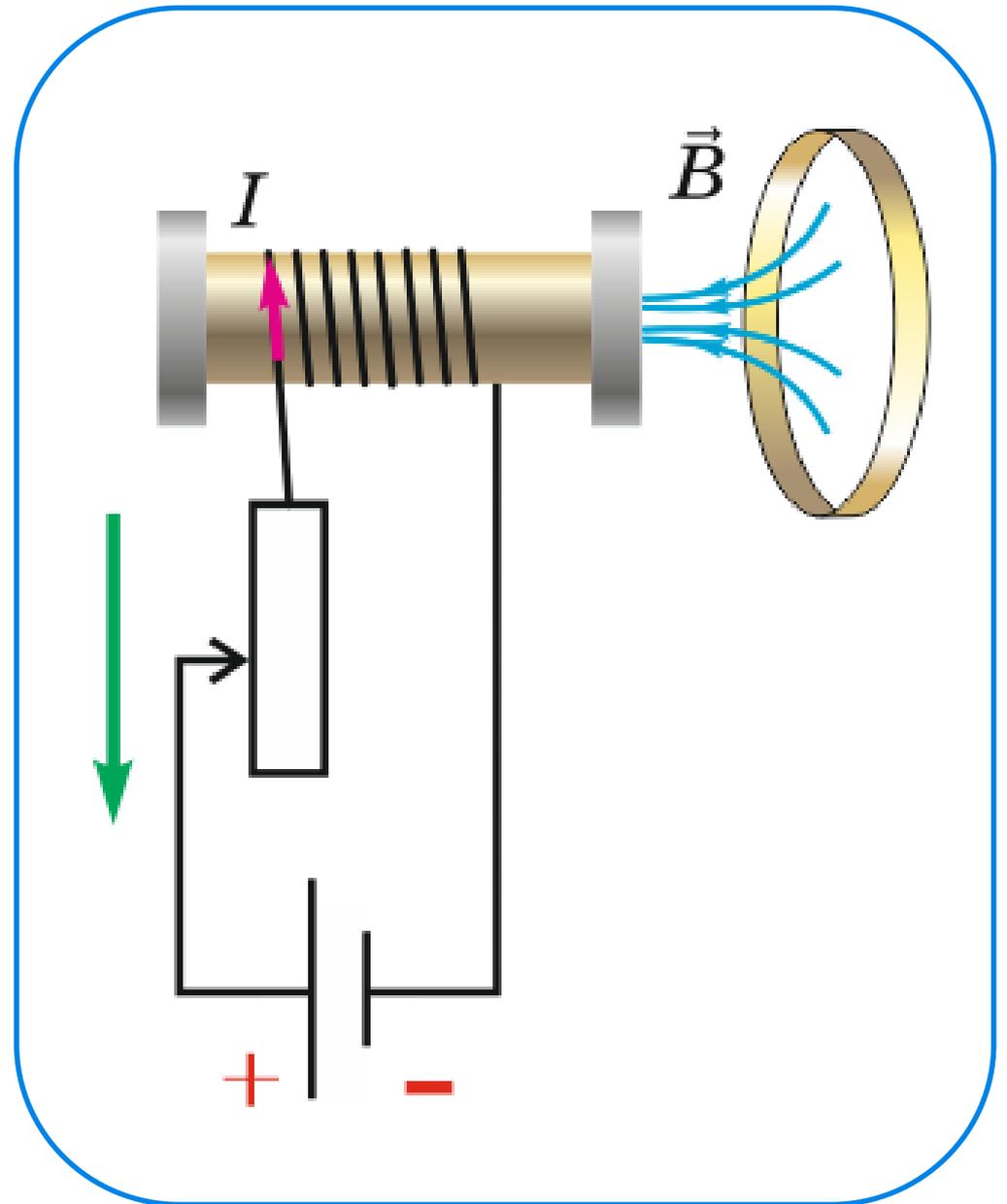
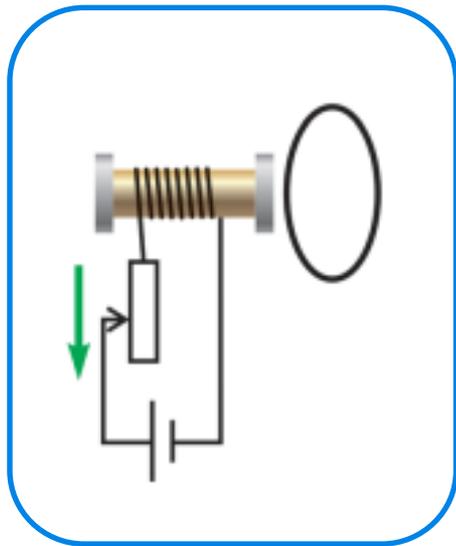
- изменяется модуль магнитной индукции B ;
- изменяется площадь контура S ;
- изменяется угол α между перпендикуляром к контуру и вектором магнитной индукции.

Индукционный ток может быть обусловлен, конечно, не только одной, а двумя или даже тремя из этих причин одновременно.

°7. На рисунках 5.6, *a—д* схематически изображены опыты, в которых индукционный ток возникает в проволоочной катушке или рамке. Укажите, какой из перечисленных выше причин обусловлено возникновение индукционного тока в каждом из этих опытов.



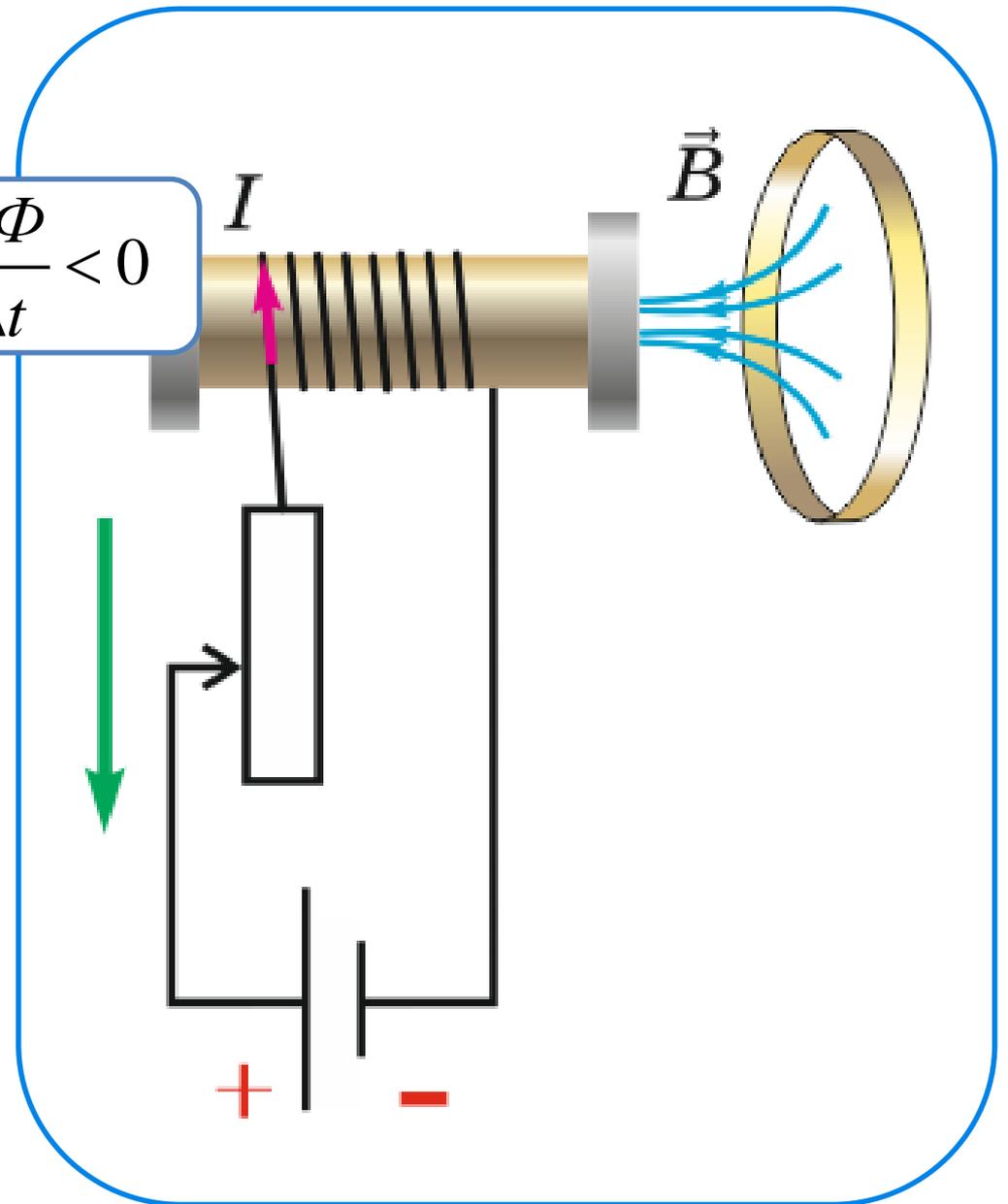
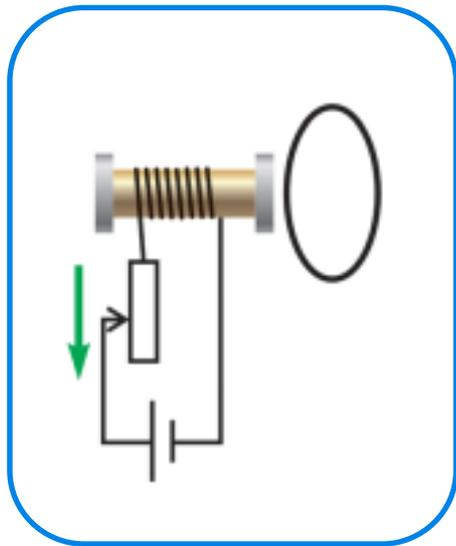
Явление электромагнитной индукции



Явление электромагнитной индукции

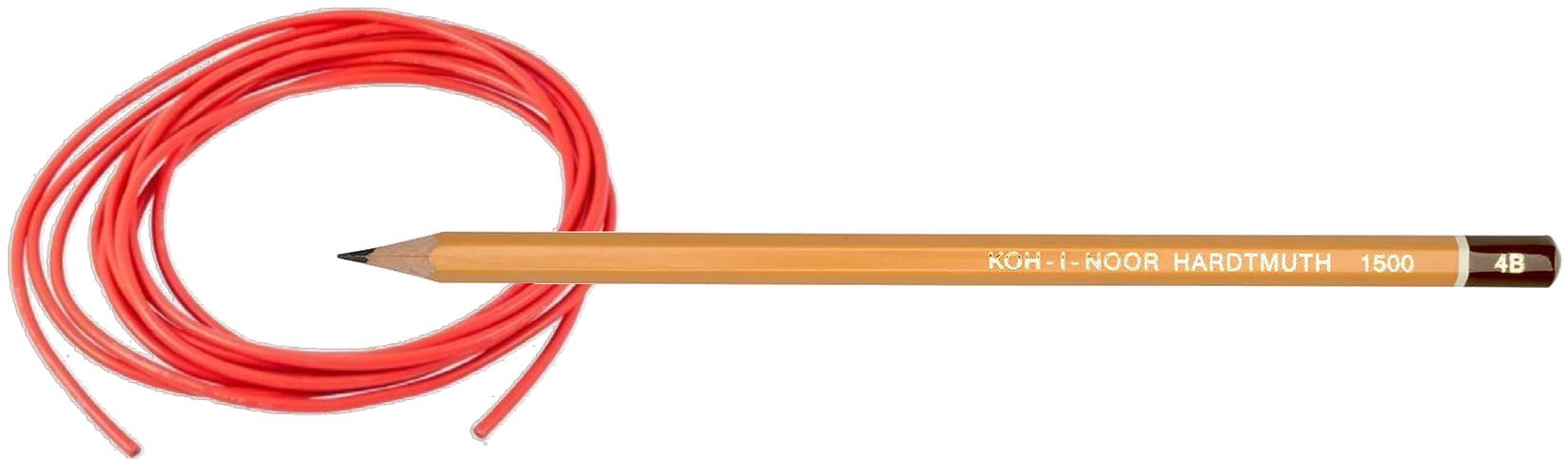
$$R = \rho \frac{l}{s}$$

$$l \uparrow \Rightarrow R \uparrow \Rightarrow I \downarrow \Rightarrow B \downarrow \Rightarrow \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} < 0$$

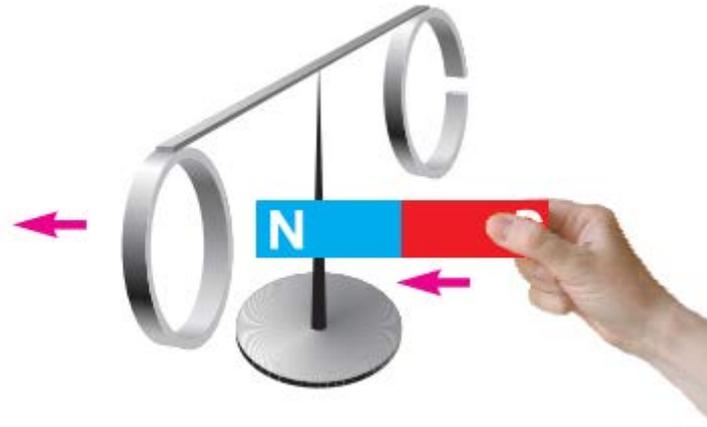


Явление электромагнитной индукции

8. Квадратная проволочная рамка перпендикулярна вектору магнитной индукции однородного магнитного поля. Будет ли возникать в рамке индукционный ток, если она будет:
- а) двигаться поступательно в направлении магнитных линий;
 - б) двигаться поступательно перпендикулярно магнитным линиям;
 - в) вращаться вокруг оси, перпендикулярной плоскости рамки;
 - г) вращаться вокруг оси, проходящей через одну из сторон рамки;
 - д) вращаться вокруг какой-либо оси, лежащей в плоскости рамки?



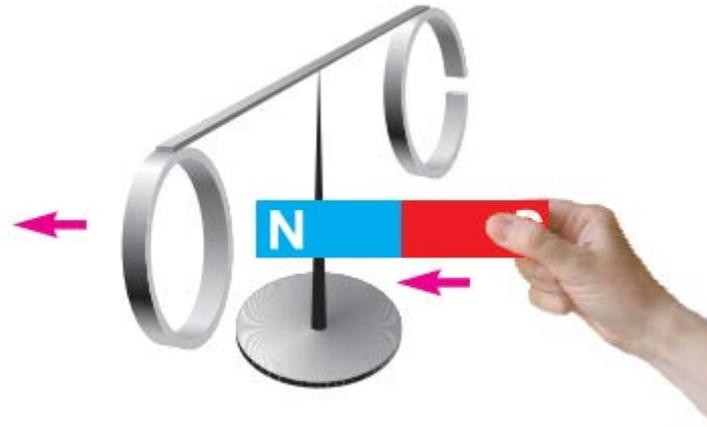
Правило Ленца



- 9. Выскажите предположение: чем может быть обусловлено взаимодействие кольца с магнитом?



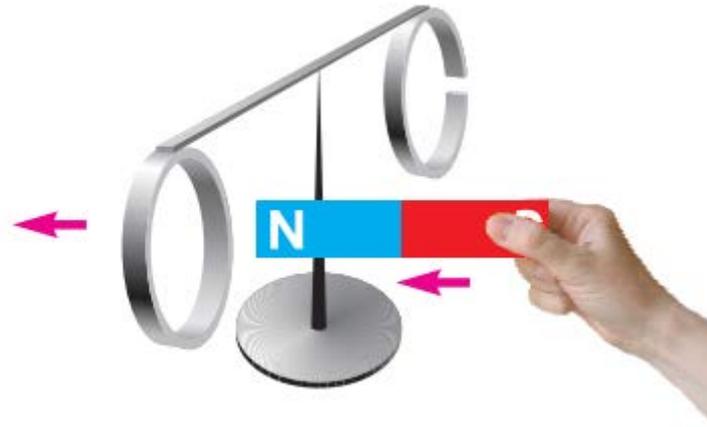
Правило Ленца



- 9. Выскажите предположение: чем может быть обусловлено взаимодействие кольца с магнитом?
- 10. Как проверить предположение о природе взаимодействия кольца с магнитом, используя разрезанное кольцо, закрепленное на другом конце стержня?



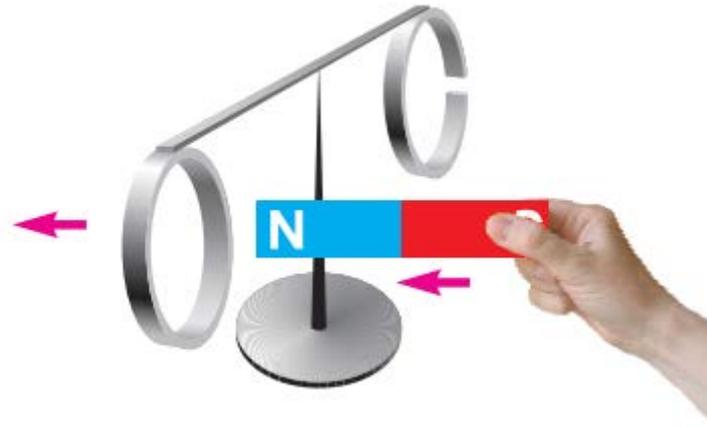
Правило Ленца



- ° 9. Выскажите предположение: чем может быть обусловлено взаимодействие кольца с магнитом?
- °10. Как проверить предположение о природе взаимодействия кольца с магнитом, используя разрезанное кольцо, закреплённое на другом конце стержня?
- °11. Какой вывод о направлении вектора магнитной индукции поля, созданного индукционным током внутри кольца, можно сделать из того факта, что кольцо *отталкивается* от приближающегося магнита?



Правило Ленца

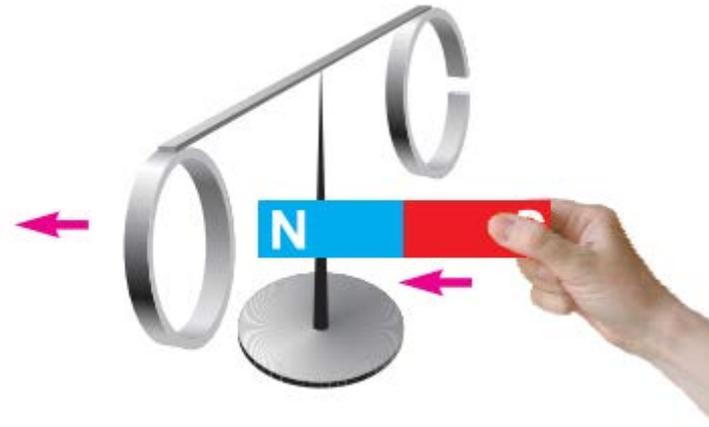


- ° 9. Выскажите предположение: чем может быть обусловлено взаимодействие кольца с магнитом?
- °10. Как проверить предположение о природе взаимодействия кольца с магнитом, используя разрезанное кольцо, закреплённое на другом конце стержня?
- °11. Какой вывод о направлении вектора магнитной индукции поля, созданного индукционным током внутри кольца, можно сделать из того факта, что кольцо *отталкивается* от приближающегося магнита?

Сформулируйте гипотезу о направлении магнитного поля индукционного тока



Правило Ленца



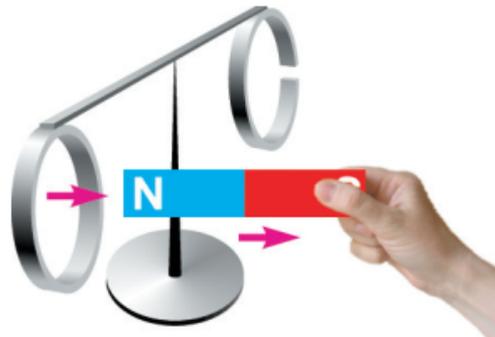
Магнитное поле индукционного тока *препятствует* тому изменению внешнего магнитного поля, которое вызвало данный ток.

Правило Ленца

Магнитное поле индукционного тока *препятствует* тому изменению внешнего магнитного поля, которое вызвало данный ток.



°12. Опыт показывает, что при *удалении* полосового магнита от замкнутого металлического кольца оно *притягивается* к магниту (рис. 5.8). Подтверждает ли этот опыт гипотезу, сформулированную выше?

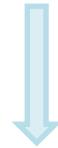


Правило Ленца

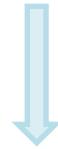
Правило Ленца: направление индукционного тока таково, что создаваемое им магнитное поле *препятствует* изменению магнитного потока, вызвавшему данный ток.

Правило Ленца

Правило Ленца: направление индукционного тока таково, что создаваемое им магнитное поле *препятствует* изменению магнитного потока, вызвавшему данный ток.



Более кратко



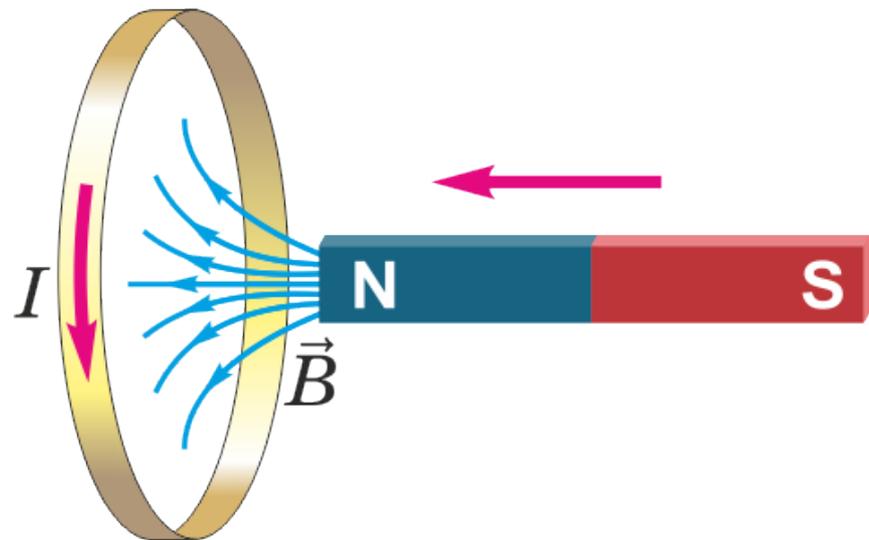
индукционный ток направлен так, что он *противодействует* причине, вызвавшей этот ток.

Правило Ленца

- °13. Изобразите на четырёх схематических рисунках направление индукционного тока в замкнутом металлическом кольце, когда:
- а) к кольцу вдоль его оси приближают северный полюс полосового магнита;
 - б) к кольцу вдоль его оси приближают южный полюс полосового магнита;
 - в) от кольца вдоль его оси удаляют северный полюс полосового магнита;
 - г) от кольца вдоль его оси удаляют южный полюс полосового магнита.

Правило Ленца

- °13. Изобразите на четырёх схематических рисунках направление индукционного тока в замкнутом металлическом кольце, когда:
- а) к кольцу вдоль его оси приближают северный полюс полосового магнита;
 - б) к кольцу вдоль его оси приближают южный полюс полосового магнита;
 - в) от кольца вдоль его оси удаляют северный полюс полосового магнита;
 - г) от кольца вдоль его оси удаляют южный полюс полосового магнита.



Правило Ленца

- °13. Изобразите на четырёх схематических рисунках направление индукционного тока в замкнутом металлическом кольце, когда:
- к кольцу вдоль его оси приближают северный полюс полосового магнита;
 - к кольцу вдоль его оси приближают южный полюс полосового магнита;
 - от кольца вдоль его оси удаляют северный полюс полосового магнита;
 - от кольца вдоль его оси удаляют южный полюс полосового магнита.

К
а
к
д
е
й
с
т
в
о
в
а
т
ь
?

- ✓ Определить направление внешнего магнитного поля.
- ✓ Определить характер изменения внешнего магнитного поля.
- ✓ Определить направление индукционного магнитного поля.

← если →

$$\frac{\Delta B}{\Delta t} > 0, \text{ то } \vec{B}_i \uparrow \downarrow \vec{B}$$
$$\frac{\Delta B}{\Delta t} < 0, \text{ то } \vec{B}_i \uparrow \uparrow \vec{B}$$

- ✓ По правилу правой руки определить направление индукционного тока.

Правило Ленца

14. По горизонтальным П-образным проводящим направляющим перемещают металлический стержень в указанном стрелкой направлении (рис. 5.9). Вся система находится в однородном магнитном поле.

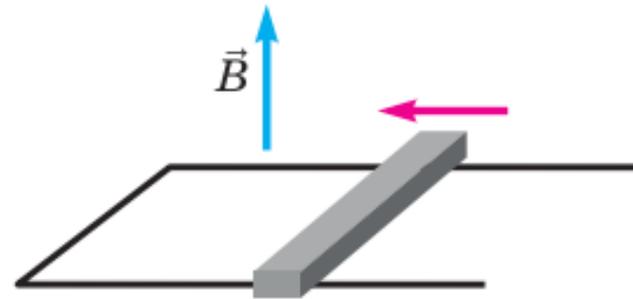


Рис. 5.9



Правило Ленца

14. По горизонтальным П-образным проводящим направляющим перемещают металлический стержень в указанном стрелкой направлении (рис. 5.9). Вся система находится в однородном магнитном поле.

а) Как изменяется магнитный поток через контур, образованный стержнем и направляющими?

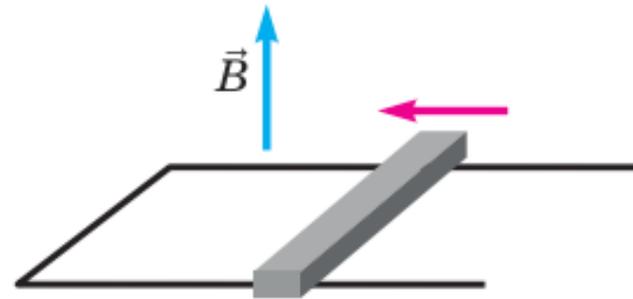


Рис. 5.9



Правило Ленца

14. По горизонтальным П-образным проводящим направляющим перемещают металлический стержень в указанном стрелкой направлении (рис. 5.9). Вся система находится в однородном магнитном поле.

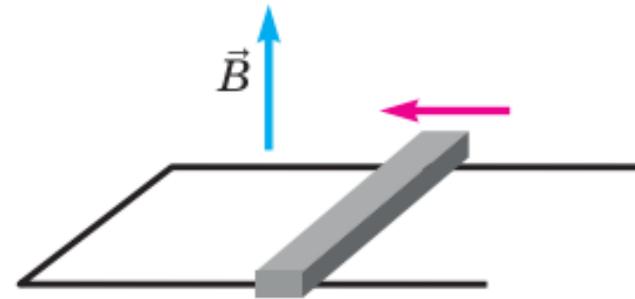


Рис. 5.9

- а) Как изменяется магнитный поток через контур, образованный стержнем и направляющими?
- б) Возникает ли в стержне индукционный ток?



Правило Ленца

14. По горизонтальным П-образным проводящим направляющим перемещают металлический стержень в указанном стрелкой направлении (рис. 5.9). Вся система находится в однородном магнитном поле.

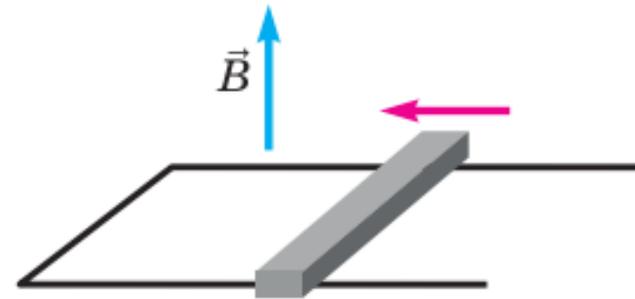


Рис. 5.9

- а) Как изменяется магнитный поток через контур, образованный стержнем и направляющими?
- б) Возникает ли в стержне индукционный ток?
- в) Как направлен вектор магнитной индукции поля, созданного индукционным током, внутри контура, образованного стержнем и направляющими?



Правило Ленца

14. По горизонтальным П-образным проводящим направляющим перемещают металлический стержень в указанном стрелкой направлении (рис. 5.9). Вся система находится в однородном магнитном поле.

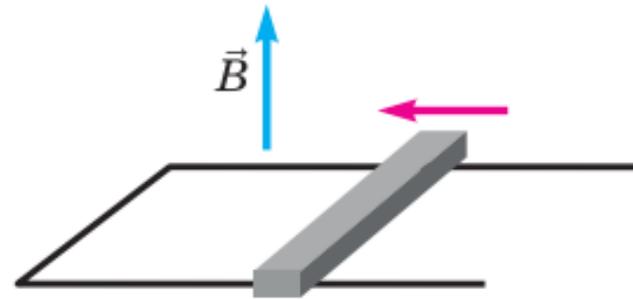


Рис. 5.9

- а) Как изменяется магнитный поток через контур, образованный стержнем и направляющими?
- б) Возникает ли в стержне индукционный ток?
- в) Как направлен вектор магнитной индукции поля, созданного индукционным током, внутри контура, образованного стержнем и направляющими?
- г) Как направлен индукционный ток в стержне: от нас или к нам?



Правило Ленца

14. По горизонтальным П-образным проводящим направляющим перемещают металлический стержень в указанном стрелкой направлении (рис. 5.9). Вся система находится в однородном магнитном поле.

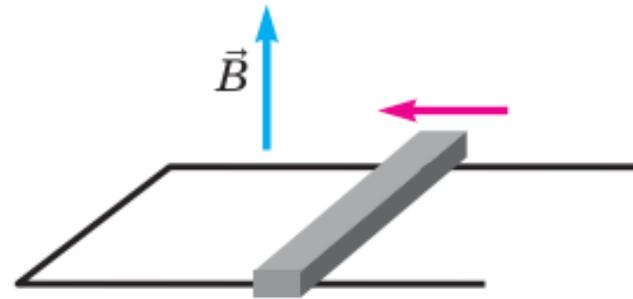


Рис. 5.9

- а) Как изменяется магнитный поток через контур, образованный стержнем и направляющими?
- б) Возникает ли в стержне индукционный ток?
- в) Как направлен вектор магнитной индукции поля, созданного индукционным током, внутри контура, образованного стержнем и направляющими?
- г) Как направлен индукционный ток в стержне: от нас или к нам?
- д) Действует ли на стержень сила Ампера? Обоснуйте свой ответ.



Правило Ленца

14. По горизонтальным П-образным проводящим направляющим перемещают металлический стержень в указанном стрелкой направлении (рис. 5.9). Вся система находится в однородном магнитном поле.

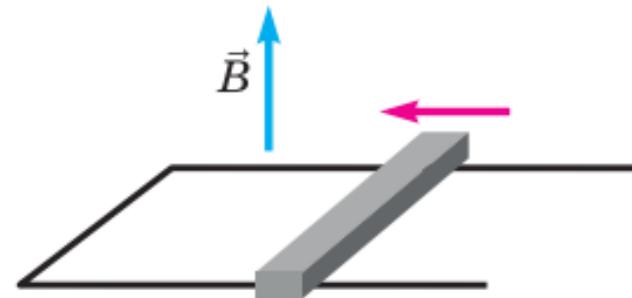


Рис. 5.9

- а) Как изменяется магнитный поток через контур, образованный стержнем и направляющими?
- б) Возникает ли в стержне индукционный ток?
- в) Как направлен вектор магнитной индукции поля, созданного индукционным током, внутри контура, образованного стержнем и направляющими?
- г) Как направлен индукционный ток в стержне: от нас или к нам?
- д) Действует ли на стержень сила Ампера? Обоснуйте свой ответ.
- е) Как направлена действующая на стержень сила Ампера? Совпадает ли направление силы Ампера с направлением движения стержня или они направлены противоположно?



Правило Ленца

14. По горизонтальным П-образным проводящим направляющим перемещают металлический стержень в указанном стрелкой направлении (рис. 5.9). Вся система находится в однородном магнитном поле.

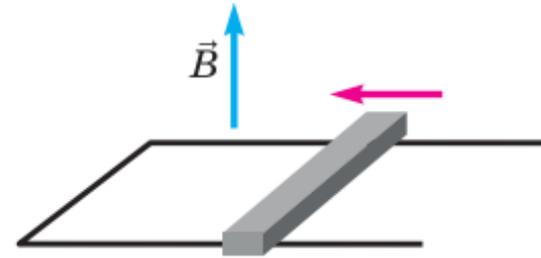


Рис. 5.9

- а) Как изменяется магнитный поток через контур, образованный стержнем и направляющими?
- б) Возникает ли в стержне индукционный ток?
- в) Как направлен вектор магнитной индукции поля, созданного индукционным током, внутри контура, образованного стержнем и направляющими?
- г) Как направлен индукционный ток в стержне: от нас или к нам?
- д) Действует ли на стержень сила Ампера? Обоснуйте свой ответ.
- е) Как направлена действующая на стержень сила Ампера? Совпадает ли направление силы Ампера с направлением движения стержня или они направлены противоположно?

Действующая на стержень сила Ампера *тормозит* его движение!



Индукционный ток препятствует причине, вызвавшей этот ток.



Правило Ленца

Похожая задача

15. На проводящих гладких горизонтальных направляющих лежат два металлических стержня (рис. 5.10). Вся система находится в однородном магнитном поле. В какую сторону будет двигаться стержень 2, если двигать стержень 1 вдоль направляющих: влево; вправо?

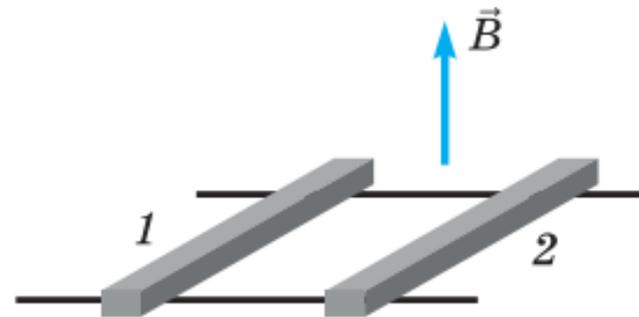


Рис. 5.10

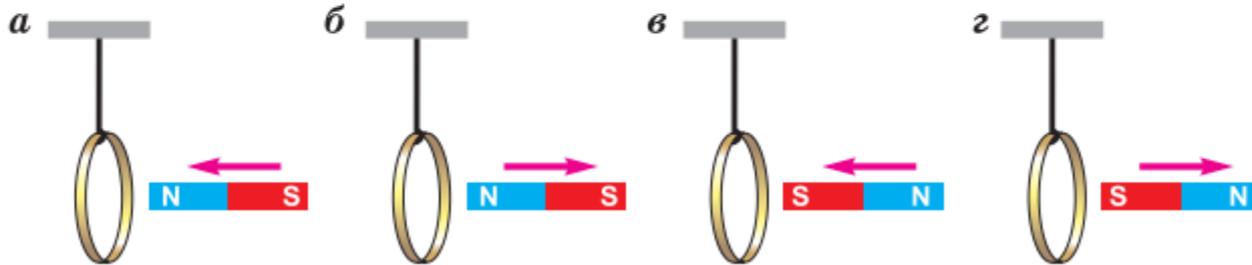


Правило Ленца

Материалы для домашнего задания и самостоятельной работы

Повышенный уровень

21. На рисунках 5.13, *a—г* изображено металлическое кольцо и движущийся полосовой магнит (направление движения обозначено стрелкой). Перенесите рисунки в тетрадь и укажите на каждом из них направление индукционного тока в кольце. Укажите также, в каком направлении начнёт двигаться кольцо.



Правило Ленца

Материалы для домашнего задания и самостоятельной работы

II

Электромагнитная индукция

22. На рисунке 5.3 изображён опыт, в котором возникает индукционный ток в катушке 2. На рисунке 5.14 изображён график зависимости силы тока в катушке 1 от времени. В какие промежутки времени в катушке 2 течёт индукционный ток?

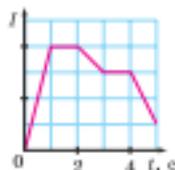


Рис. 5.14

23. Уменьшается или увеличивается модуль магнитной индукции однородного магнитного поля, когда в неподвижном металлическом кольце возникает индукционный ток, направление которого показано на рисунке 5.15?

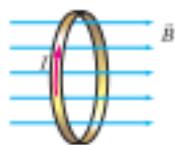


Рис. 5.15

24. С одинаковой высоты одновременно начинают падать три одинаковых полосовых магнита (рис. 5.16). Магнит 2 пролетает сквозь закреплённое разомкнутое металлическое кольцо, а магнит 3 — сквозь закреплённое замкнутое металлическое кольцо. Опишите различия в падении магнитов.

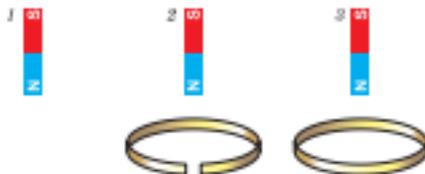


Рис. 5.16

25. Включённая в электрическую цепь проводочная катушка находится на одном стальном сердечнике с катушкой, замкнутой на чувствительный амперметр (рис. 5.17). Как будет направлен индукционный ток во второй катушке (по часовой стрелке или против неё, если смотреть на катушку справа):

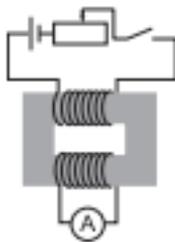


Рис. 5.17

- при замыкании ключа;
- при размыкании ключа;
- при перемещении ползунка реостата влево при замкнутом ключе;
- при перемещении ползунка реостата влево при замкнутом ключе.

Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца

§ 5

Высокий уровень

26. На гладких проводящих металлических направляющих лежат два металлических стержня (рис. 5.18). Стержень 1 перемещают в направлении, показанном стрелкой. Перечислите рисунок в тетрадь и укажите на нём направление индукционных токов в стержнях, а также действующие на стержни силы Ампера.



Рис. 5.18

27. В очень длинной вертикальной медной трубе, из которой откачан воздух, падает магнит. Опишите качественно характер движения магнита, обосновав это описание.

28. Два одинаковых полосовых магнита подвешены, как показано на рисунке 5.19. Под первым магнитом находится деревянный стол, а под вторым — свинцовая плита. Магниты отклоняют от положения равновесия, и они начинают совершать колебания, и они начинают совершать колебания.

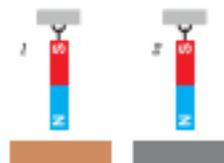


Рис. 5.19

- Одинаков ли период их колебаний? Если нет, то у какого магнита период колебаний больше?
- Колебания какого магнита затухают быстрее?

29. Медная замкнутая рамка падает между полюсами магнита (рис. 5.20). Для каждого из трёх показанных на рисунке положений рамки определите:

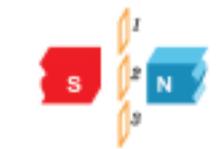


Рис. 5.20

- направление вектора магнитной индукции поля, созданного индукционным током;
- направление индукционного тока в нижней стороне рамки;
- направление равнодействующей приложенных к рамке со стороны магнитного поля сил.

БИНОМ. Лаборатория знаний
<http://lbz.ru/>



Ждём Вас на наших вебинарах!