

## 5. МАГНИТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

$$F_A = BIl \cdot \sin\alpha, F_L = qvB \cdot \sin\alpha$$

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**5.1.** На какие частицы или тела действует электрическое поле? магнитное?

**5.2.** Действует ли магнитное поле на неподвижный электрон?

**5.3.** Как должен двигаться электрон в однородном магнитном поле, чтобы на него не действовала сила Лоренца?

**5.4.** Можно ли разрезать магнит так, чтобы один из полученных магнитов имел только северный полюс, а другой — только южный?

**5.5.** Можно ли изготовить полосовой магнит так, чтобы на его концах были одноименные полюсы?

**5.6.** Почему корпус компаса делают из меди, алюминия, пластмассы и других материалов, но не из железа?

**5.7.** Почему стальные полосы и рельсы, лежащие на складах, через некоторое время оказываются намагниченными?

**5.8.** В романе Жюль Верна «Пятнадцатилетний капитан» преступник разбивает один из двух компасов на судне, а под другой подкладывает топор. Какую функцию выполнял в этом случае топор? Чего добивался преступник?

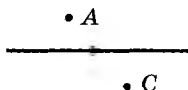
**5.9.** Как можно определить направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле?

**5.10.** От чего зависит направление силы, действующей на проводник с током, находящийся в магнитном поле?

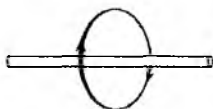
**5.11.** Как можно изменить направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле?

## Первый уровень

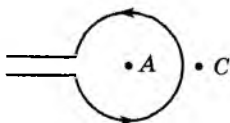
**5.12.** По проводу (см. рисунок) идет электрический ток. В каком направлении повернется магнитная стрелка, помещенная в точку  $A$ ? в точку  $C$ ?



**5.13.** На рисунке показана одна из линий магнитной индукции поля проводника с током. Каково направление тока?



**5.14.** По витку провода (см. рисунок) идет электрический ток. В каком направлении повернется магнитная стрелка, помещенная в точку  $A$ ? в точку  $C$ ?



**5.15.** Какая сила действует со стороны однородного магнитного поля индукцией  $30$  мТл на находящийся в поле прямолинейный провод длиной  $50$  см, по которому идет ток? Сила тока  $12$  А. Провод образует прямой угол с направлением вектора магнитной индукции поля.

**5.16.** Проводник, сила тока в котором  $8$  А, находится в однородном магнитном поле. Какова индукция магнитного поля, если на прямолинейный участок проводника длиной  $10$  см, образующий угол  $30^\circ$  с направлением вектора магнитной индукции, действует со стороны магнитного поля сила  $10$  мН?

**5.17.** Проводник, сила тока в котором равна  $15$  А, находится в однородном магнитном поле индукцией  $50$  мТл. Какой угол образует с направлением вектора магнитной индукции прямолинейный участок проводника длиной  $20$  см, если на этот участок действует со стороны магнитного поля сила  $75$  мН?

**5.18.** Какая сила действует на электрон, движущийся со скоростью  $60\,000$  км/с в однородном магнитном поле индукцией  $0,15$  Тл? Электрон движется перпендикулярно линиям магнитной индукции поля.

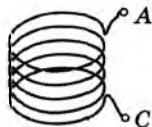
**5.19.** Какая сила действует на протон, движущийся со скоростью 2000 км/с в однородном магнитном поле индукцией 0,1 Тл? Протон движется под углом  $60^\circ$  к линиям магнитной индукции поля.

## Второй уровень

**5.20.** Притягиваются или отталкиваются провода троллейбусной линии, когда по ним проходит электрический ток?

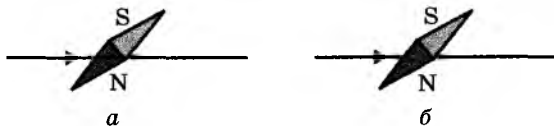
**5.21.** Как взаимодействуют соседние витки катушки, по которой течет электрический ток?

**5.22.** Внутри катушки (см. рисунок) вектор индукции магнитного поля направлен снизу вверх. Какая из клемм (А или С) подключена к положительному полюсу источника тока?



**5.23.** Как повернется магнитная стрелка вблизи провода, если по проводу пропустить достаточно сильный электрический ток? Рассмотрите два случая:

- а) провод проходит над стрелкой;
- б) провод проходит под стрелкой.



**5.24.** Турист нашел в лесу стальное полотно ножовки. Как он может определить, намагничено ли это полотно, если у него нет с собой предметов из магнитных материалов?

**5.25.** Пробку, которая закручивается в отверстие для слива масла из поддона автомобильного двигателя, изготавливают из магнитного материала. Для чего?

**5.26.** Можно ли применять электромагнитные подъемные краны для перемещения отливок из алюминия? из стали? из цинка?

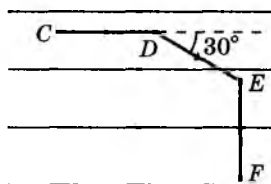
**5.27.** Нарисуйте магнитное поле дугообразного магнита и укажите направление линий магнитной индукции.

**5.28.** Чтобы магнит не растерял своих свойств, его нельзя сильно трясти, бить по нему молотком и сильно нагревать. Почему?

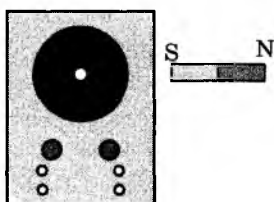
**5.29.** Где на Земле совершенно нельзя доверять компасу?

**5.30.** Определите наибольшее и наименьшее значение силы, действующей на проводник длиной 0,6 м, сила тока в котором 10 А, при различных положениях проводника в однородном магнитном поле с индукцией 1,5 Тл.

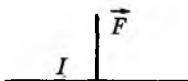
**5.31.** Провод, сила тока в котором 10 А, находится в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 20 мТл (см. рисунок). Какие силы действуют на отрезки провода  $CD$ ,  $DE$ ,  $EF$ ? Длина каждого из этих отрезков 40 см.



**5.32.** Электронный луч на экране осциллографа дает светящуюся точку. К осциллографу (см. рисунок) подносят полосовой магнит. Куда сместится светящаяся точка?

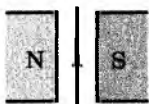


**5.33.** На рисунке показан проводник с током, находящийся в магнитном поле. Зная направление тока в проводнике и направление силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля, укажите направление линий магнитного поля. Вектор индукции магнитного поля направлен перпендикулярно проводнику.



**5.34.** Как изменяется в результате действия магнитного поля кинетическая энергия движущейся заряженной частицы? модуль и направление импульса частицы?

**5.35.** Проводник с током находится между полюсами магнита (см. рисунок). Куда направлена действующая на проводник сила Ампера?



**5.36.** Средняя часть металлического стержня массой 40 г, подвешенного горизонтально на двух проводах, находится в однородном магнитном поле с индукцией 40 мТл. Ширина области поля равна 50 см, линии магнитной индукции горизонтальны и перпендикулярны стержню. Замыкая ключ, через стержень пропускают электрический ток. Какова сила тока, если после замыкания ключа сила натяжения проводов уменьшилась в 2 раза? Считайте  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

**5.37.** Электрон влетает в однородное магнитное поле под прямым углом к линиям магнитной индукции. Магнитная индукция поля равна 50 мТл, скорость электрона 20 000 км/с. Найдите радиус окружности, по которой будет двигаться электрон, и период его обращения.


**5.38.** В однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции влетают два электрона со скоростями  $v_1$  и  $v_2 = 2v_1$ . Сравните радиусы окружностей, по которым они будут двигаться, и периоды их обращения по этим окружностям.

**5.39.** В однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции влетают с одинаковой скоростью протон и электрон. Сравните радиусы окружностей, по которым они будут двигаться, и периоды их обращения по этим окружностям.

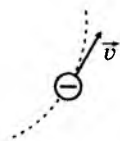
**5.40.** Электрон влетает в однородное магнитное поле со скоростью 10 000 км/с и движется по окружности радиусом 2 см. Какова магнитная индукция поля?

**5.41.** Протон движется в однородном магнитном поле с магнитной индукцией 20 мТл по окружности радиусом 5 см. Найдите скорость протона.

### Третий уровень

 **5.42.** Два параллельных проводника, по которым течет ток в одном направлении, притягиваются. Почему же два параллельных электронных пучка отталкиваются? Можно ли поставить опыт так, чтобы параллельные проводники, по которым течет ток в одном направлении, тоже отталкивались?

**5.43.** На рисунке показано направление движения электрона, описывающего окружность в однородном магнитном поле. Как направлена индукция магнитного поля?



**5.44.** Почему магнитные стрелки, расположенные далеко друг от друга, ориентируются в одном направлении (рис. а), а расположенные поблизости друг от друга (рис. б) — в другом направлении?



**5.45.** Горизонтальный проводник массой  $m = 20$  г подвешен за концы на двух проводах. Средняя часть проводника длиной  $l = 50$  см находится в вертикальном однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл; провода находятся вне области магнитного поля. По проводнику протекает ток. Сила тока  $I = 2$  А. На какой угол  $\alpha$  от вертикали отклоняются провода? Считайте  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

**5.46.** На гладкой горизонтальной поверхности лежит петля из гибкого провода. Какую форму примет эта петля, если создать в ней сильный электрический ток?

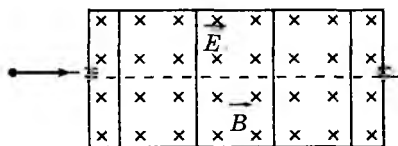
**5.47.** Электрон, разогнанный разностью потенциалов  $U = 2$  кВ, влетает в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 150$  мТл перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определите радиус окружности, которую опишет электрон.

**5.48.** В однородное магнитное поле с магнитной индукцией  $30$  мТл перпендикулярно линиям магнитной индукции влетает электрон с кинетической энергией  $50$  кэВ. Определите радиус окружности, которую опишет электрон.

**5.49.** Протон, влетевший после разгона в однородное магнитное поле с индукцией  $50$  мТл, движется по окружности радиусом  $5$  см. Какую разность потенциалов прошел протон при разгоне?

**5.50.** Заряженная частица, разогнанная разностью потенциалов  $U$ , влетает в однородное магнитное поле с индукцией  $B$  и движется по окружности радиусом  $R$ . Определите по этим данным удельный заряд частицы, т. е. отношение ее заряда к массе  $\frac{q}{m}$ .

**5.51.** Объясните действие «фильтра скоростей», показанного на рисунке. Внутри прибора созданы однородные поля: магнитное с индукцией  $B$  и электрическое напряженностью  $E$ . Поля направлены перпендикулярно друг к другу и к начальной скорости заряженных частиц.



Во всем подслушать жизнь стремясь,  
Спешат явления обездушить,  
Забыв, что если в них нарушить  
Одушевляющую связь,  
То больше нечего и слушать.

*И. В. Гёме*

## 6. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ. ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

$$\Phi = BS \cos \alpha, \mathcal{E}_i = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t},$$

$$\mathcal{E}_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}, W_m = \frac{LI^2}{2}$$

### УСТНАЯ РАЗМИНКА

**6.1.** Предложите способы изменения магнитного потока, пронизывающего данный контур.

**6.2.** Как надо ориентировать проволочную рамку в однородном магнитном поле, чтобы магнитный поток через рамку был равен нулю? был максимальным?

**6.3.** Как надо перемещать в магнитном поле Земли замкнутый проволочный прямоугольник, чтобы в нем возникал индукционный электрический ток?

**6.4.** Почему телефонные провода не следует подвешивать слишком близко к проводам сети переменного тока?