

12.3. Сила Ампера

12.3.1. Прямолинейный проводник длиной $l = 1$ м, по которому течет ток $I = 1,5$ А, находится в магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл. Определите силу, действующую на проводник, если силовые линии магнитного поля параллельны оси проводника.

12.3.2. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части $l = 5$ см действует сила $F = 50$ мН? Сила тока в проводнике $I = 10$ А. Проводник расположен перпендикулярно вектору индукции магнитного поля.

12.3.3. На прямой проводник длиной $l = 50$ см, по которому течет ток силой $I = 2$ А, в магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл действует сила $F = 0,05$ Н. Определите угол между проводником и вектором магнитной индукции.

12.3.4. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,4$ м находится в однородном магнитном поле (рис. 12.3.1). На проводник со стороны поля действует сила $F = 0,2$ Н. Сила тока в проводнике $I = 2$ А. Найдите модуль и направление вектора индукции магнитного поля, если он составляет угол $\alpha = 30^\circ$ с направлением тока.

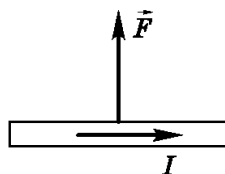


Рис. 12.3.1

12.3.5. В горизонтальном магнитном поле находится прямолинейный проводник, расположенный горизонтально и перпендикулярно линиям магнитной индукции. Какова сила тока, который должен течь в проводнике, чтобы сила натяжения в поддерживающих его проводах стала равной нулю? Магнитная индукция $B = 0,01$ Тл. Отношение массы проводника к его длине $\frac{m}{l} = 0,1$ кг/м.

12.3.6. Проводник длиной $l = 0,2$ м подвешен горизонтально к двум динамометрам и помещен в горизонтальное однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5$ Тл, силовые линии которого перпендикулярны проводнику. Насколько изменятся показания каждого динамометра при прохождении по проводнику тока $I = 5$ А?

12.3.7. На двух легких проводящих нитях горизонтально висит металлический стержень длиной $l = 0,25$ м и массой $m = 0,015$ кг. Стержень находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,3$ Тл, силовые линии которого направлены вертикально вниз. Определите угол отклонения нитей, если по стержню пропустить ток $I = 0,2$ А.

12.3.8. Проводящий стержень массой $m = 0,1$ кг и длиной $l = 0,25$ м лежит на горизонтальной поверхности перпендикулярно силовым линиям однородного горизонтального магнитного поля

с индукцией $B = 0,2$ Тл. Какую горизонтальную силу нужно приложить перпендикулярно оси стержня для его равномерного поступательного движения, если по стержню течет ток $I = 10$ А? Коэффициент трения между стержнем и поверхностью $\mu = 0,1$.

12.3.9. Проводник массой $m = 0,2$ кг и длиной $l = 0,6$ м лежит на горизонтальных рельсах, расположенных в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, силовые линии которого горизонтальны и направлены вдоль рельсов (рис. 12.3.2, вид сверху). Если пропустить по проводнику ток $I = 20$ А в указанном на рисунке направлении, то для того, чтобы сдвинуть проводник влево, требуется приложить горизонтальную силу $F = 0,5$ Н. Какая минимальная сила потребуется для этого, если направление тока в проводнике изменить на противоположное?

12.3.10. Две параллельные проводящие шины лежат в горизонтальной плоскости и замкнуты с одной стороны на источник тока с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,1$ Ом. На шинах лежит металлический стержень массой $m = 10$ г. Шины находятся в однородном магнитном поле. Определите модуль и направление минимальной магнитной индукции, при которой стержень начнет перемещаться по шинам. Расстояние между шинами $a = 0,1$ м, коэффициент трения стержня о шины $\mu = 0,6$. Сопротивления шин и стержня не учитывать.

12.3.11. Проводник массой $m = 1$ кг и длиной $l = 0,5$ м расположен на непроводящей наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, перпендикулярно к однородному горизонтальному магнитному полю с индукцией $B = 0,1$ Тл (рис. 12.3.3). Какую минимальную силу нужно приложить к проводнику параллельно наклонной плоскости для удержания его в состоянии покоя, если сила тока в проводнике $I = 10$ А? Коэффициент трения $\mu = 0,1$.

• **12.3.12.** Металлический стержень массой $m = 0,5$ кг и длиной $l = 1$ м соскальзывает с наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом. В пространстве создано однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, силовые линии которого направлены вертикально вниз. Определите ускорение этого стержня, если по нему пропустить ток $I = 5$ А в направлении, показанном на рисунке 12.3.4. Коэффициент трения между стержнем и поверхностью наклонной плоскости $\mu = 0,2$.

12.3.13. На непроводящем клине с углом наклона к горизонту $\alpha = 30^\circ$ параллельно ребру клина лежит тонкий проводник массой $m = 5$ г и длиной $l = 10$ см. Концы проводника соединены с неподвижными стойками двумя одинаковыми пружинами жесткостью $k = 0,2$ Н/м (рис. 12.3.5). К клеммам стоек подводят постоянное напряжение $U = 4$ В. Определите, на какую максимальную величину Δx изменятся длины пружин, если в пространстве создать однородное

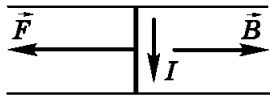


Рис. 12.3.2

магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, направленное вертикально вверх. Коэффициент трения проводника о плоскость клина $\mu = 0,1$, его сопротивление $R = 20$ Ом.

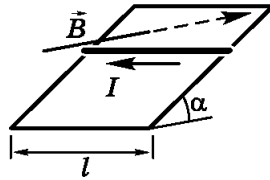


Рис. 12.3.3

12.3.14. Проводник длиной $l = 24$ см и сопротивлением $R = 36$ Ом согнут в форме квадрата и помещен в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, силовые линии которого перпендикулярны плоскости квадрата. Какая сила будет действовать на проводник, если на соседние вершины образованной фигуры подать напряжение $U = 5,4$ В?

12.3.15. Проводящий стержень подвешен горизонтально на двух легких проводах в магнитном поле, силовые линии которого направлены вертикально вниз. К точкам крепления провода можно подключать конденсатор (рис. 12.3.6). Определите емкость C_1 конденсатора, при разрядке которого стержень отклонится от вертикали на угол $\alpha = 5^\circ$, если при разрядке заряженного до такого же напряжения конденсатора емкостью $C_2 = 30$ мкФ угол отклонения $\beta = 3^\circ$. Сопротивления стержня и провода не учитывать.

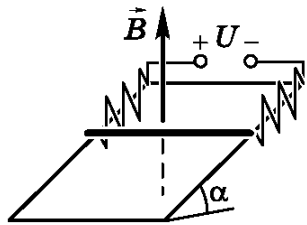


Рис. 12.3.5

12.3.16. Прямой провод, по которому течет ток $I = 100$ А, расположен между полюсами электромагнита перпендикулярно линиям индукции. С какой силой f действует поле на единицу длины провода, если индукция поля электромагнита равна $B = 0,1$ Тл?

12.3.17. Шины электростанции представляют собой параллельные медные полосы длиной $l = 2$ м, находящиеся на расстоянии $R = 40$ см друг от друга. При коротком замыкании по ним может пойти ток $I = 5000$ А. С какой силой F взаимодействуют при этом шины?

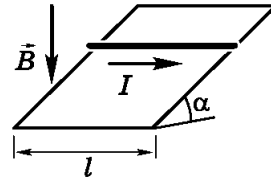


Рис. 12.3.4

12.3.18. Два параллельных проводника с одинаковыми токами, находящиеся на расстоянии $r = 8,7$ см друг от друга, притягиваются с силой $F = 25$ мН. Определите силу тока в проводниках, если длина каждого из них $l = 320$ см.

12.3.19. Прямой проводник укреплен горизонтально. Параллельно ему в той же вертикальной плоскости ниже расположен другой прямой проводник массой $m = 1$ кг и длиной $l = 9,81$ м. По нему пропускают ток $I = 2$ А. Расстояние между проводниками $r = 0,1$ м. Чему должна быть равна сила тока в верхнем проводнике, чтобы он уравновешивал вес нижнего проводника?

12.3.20. Проводник длиной $l = 15$ см помещен в магнитное поле с индукцией $B = 2$ Тл. Концы проводника замкнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи $R = 0,5$ Ом. Какую мощность P необходимо затратить, чтобы двигать проводник перпендикулярно линиям индукции со скоростью $v = 10$ м/с?

12.3.21. В однородном магнитном поле, индукция которого $B = 0,2$ Тл, движется равномерно проводник длиной $l = 30$ см. Сила тока в проводнике $I = 5$ А. Скорость движения проводника $v = 10$ см/с и направлена перпендикулярно направлению магнитного поля. Найдите: 1) работу по перемещению проводника за время $t = 20$ с; 2) мощность, затраченную на это движение.

12.3.22. Какую работу A совершает однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5$ Тл при перемещении проводника длиной $l = 0,4$ м, по которому течет ток $I = 15$ А, на расстояние $d = 0,4$ м, если направление перемещения перпендикулярно направлению поля и направлению тока? Проводник расположен под углом $\alpha = 30^\circ$ к направлению поля.

• **12.3.23.** В прямом проводнике длиной $L = 8$ см сила тока $I = 50$ А. Он находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 20$ мТл, причем силовые линии поля перпендикулярны проводнику. Какую работу совершил источник тока, если проводник переместился на расстояние $l = 10$ см перпендикулярно линиям индукции?

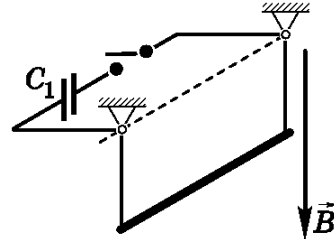


Рис. 12.3.6

Ответы:

12.3.1. $F = IBl \sin \alpha = 0$.

12.3.2. $B = \frac{F}{Il} = 0,1$ Тл.

12.3.3. $\alpha = \arcsin \frac{F}{IBl} \approx 30^\circ$.

12.3.4. $B = \frac{F}{Il \sin \alpha} = 0,5$ Тл. Век-

тор магнитной индукции перпендикулярен силе Ампера и направлен за плоскость рис. 12.3.1 в условии.

12.3.5. $I = \frac{mg}{lB} = 98$ А.

12.3.6. $\Delta F = \frac{IBl}{2} = 0,25$ Н.

12.3.7. $\alpha = \arctg \frac{IBl}{mg} = 5,8^\circ$.

12.3.8. $F = \mu(mg \pm IBl)$; в зависимости от направления тока в проводнике относительно направления магнитного поля $F = F_1 = 0,148$ Н или $F = F_2 = 0,048$ Н.

12.3.9. $F_{\min} = F \frac{mg + IBl}{mg - IBl} \approx 2,1$ Н.

12.3.10. $B_{\min} = \frac{\mu mgr}{a \mathcal{E} \sqrt{1 + \mu^2}} =$
 $= 5 \cdot 10^{-3}$ Тл.

12.3.11.
 $F = (mg - IBl)(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \approx 3,9$ Н.

12.3.13. На $\Delta x \approx 11$ см уменьшатся.

12.3.14. $F = \frac{4lUB}{3R} = 4,8 \cdot 10^{-3}$ Н.

12.3.15. $C_1 = C_2 \frac{\alpha}{\beta} = 50$ мкФ.

12.3.16. $f = IB = 10$ Н/м.

12.3.17. $F = \frac{\mu_0 I^2 l}{2\pi R} = 25$ Н.

12.3.18. $I = \sqrt{\frac{2\pi r F}{\mu_0 l}} \approx 58,3$ А.

12.3.19. $I_0 = \frac{2\pi r mg}{\mu_0 Il} = 250$ кА.

12.3.20. $P = 18$ Вт.

12.3.21. 1) $A = IBlvt = 0,6$ Дж;

2) $N = IBlv = 0,03$ Вт.

12.3.22. $A = IBld \sin \alpha = 0,6$ Дж.