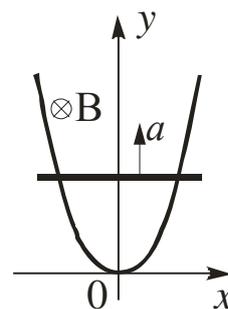


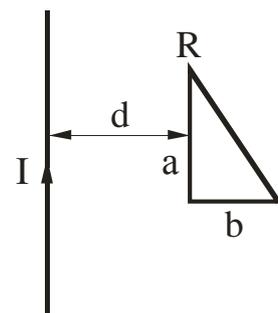
Задачи к общему зачету по курсу «Электромагнетизм», 2010 г.

Раздел 4.

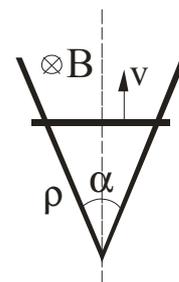
- 4.1. Провод, имеющий форму параболы  $y = kx^2$ , находится в однородном магнитном поле, вектор индукции  $\mathbf{B}$  которого перпендикулярен плоскости  $XY$ . Из вершины параболы перемещают поступательно и без начальной скорости перемычку с постоянным ускорением  $a$ . Найти ЭДС индукции  $E$  в контуре как функцию координаты  $y$ .



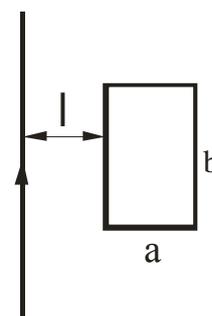
- 4.2. Рамка в виде прямоугольного треугольника с катетами  $a$  и  $b$  лежит в одной плоскости с прямым длинным проводом, по которому течет ток  $I$ . Катет  $a$  параллелен проводу и находится от него на расстоянии  $d > b$ . Сопротивление рамки  $R$ . Найти количество электричества  $q$ , которое протечет по рамке, если ее повернуть на  $180^\circ$  относительно стороны  $a$ .



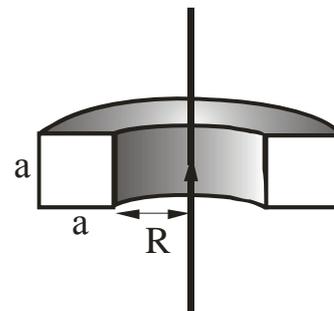
- 4.3. По двум шинам, угол между которыми равен  $\alpha$ , в однородном магнитном поле движется с постоянной скоростью  $V$  проводник, перпендикулярный биссектрисе угла  $\alpha$ . Вектор индукции  $\mathbf{B}$  магнитного поля перпендикулярен плоскости шин. Найти ток  $I$  в контуре, если сопротивление единицы длины проводника и шин равно  $\rho$ .



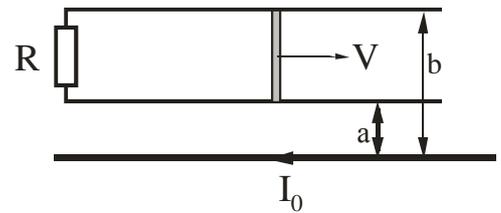
- 4.4. Найти коэффициент взаимной индукции  $L$  длинного тонкого провода и прямоугольной рамки со сторонами  $a$  и  $b$  (сторона  $b$  параллельна проводу), которая находится на расстоянии  $l$  от провода.



- 4.5. Тороидальная катушка из  $N$  витков, внутренний радиус которой равен  $R$ , в поперечном сечении имеет форму квадрата со стороной  $a$  (сравнимой по величине с  $R$ ). Найти коэффициент взаимной индукции  $L$  катушки и длинного прямого провода, расположенного вдоль оси катушки.



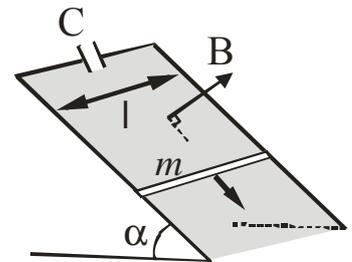
- 4.6. На расстояниях  $a$  и  $b$  от длинного прямого провода, по которому течет ток  $I_0$ , расположены два параллельных ему провода, замкнутых с одной стороны на сопротивление  $R$ . По этим проводам без трения перемещают с постоянной скоростью  $V$  переключку. Найти силу  $F$ , необходимую для поддержания постоянства скорости переключки. Сопротивлением проводов и переключки, а также индуктивностью контура пренебречь.



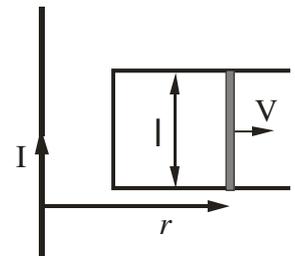
- 4.7. По двум параллельным шинам в однородном магнитном поле скользит переключка с ускорением  $a$ . Шины замкнуты с одной стороны на сопротивление  $R$ . Расстояние между шинами  $l$ . Вектор индукции  $\mathbf{B}$  магнитного поля перпендикулярен плоскости, в которой перемещается переключка. Найти количество теплоты  $Q$ , выделяющееся на сопротивлении  $R$  в единицу времени. Сопротивлением шин и переключки, а также индуктивностью контура пренебречь.



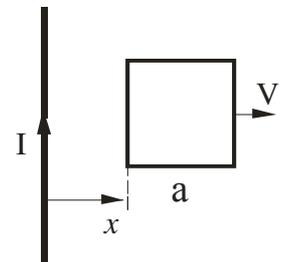
- 4.8. По двум параллельным шинам, установленным под углом  $\alpha$  к горизонту, в однородном магнитном поле скользит без трения под действием силы тяжести переключка массой  $m$ . Шины замкнуты с одной стороны на конденсатор ёмкостью  $C$ . Расстояние между шинами  $l$ . Вектор индукции  $\mathbf{B}$  магнитного поля перпендикулярен плоскости, в которой перемещается переключка. Найти ускорение  $a$  переключки. Сопротивлением шин и переключки, а также индуктивностью контура пренебречь.



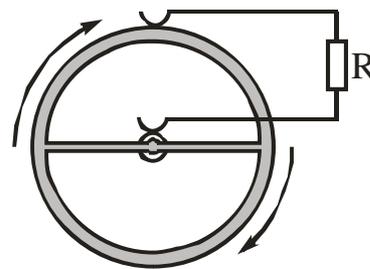
- 4.9. Длинный прямой провод, по которому течет ток  $I$ , и П-образный провод с подвижной переключкой расположены в одной плоскости. Переключку, длина которой  $l$ , перемещают вправо с постоянной скоростью  $V$ . Найти ЭДС индукции  $\mathcal{E}$  в контуре как функцию расстояния  $r$ .



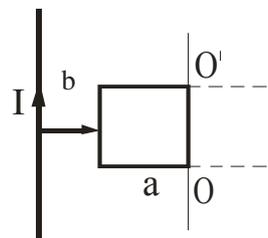
- 4.10. Квадратная рамка со стороной  $a$  и длинный прямой провод, по которому течет ток  $I$ , находятся в одной плоскости. Рамку поступательно перемещают вправо с постоянной скоростью  $V$ . Найти ЭДС индукции  $\mathcal{E}$  в рамке как функцию расстояния  $x$ .



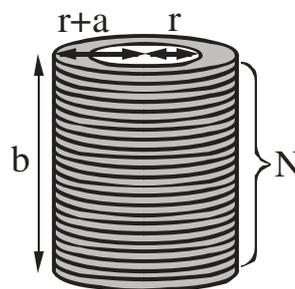
- 4.11. Медное колесо радиусом  $a$  с двумя спицами вращается в однородном магнитном поле со скоростью  $N$  оборотов в секунду. Вектор индукции  $\mathbf{B}$  магнитного поля перпендикулярен плоскости колеса. Две щетки – одна на оси колеса, другая на окружности – соединяют колесо с внешней цепью, в которую включено сопротивление  $R$ . Найти ток  $I$ , текущий в цепи. Сопротивлением подводящих проводов пренебречь



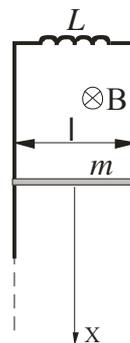
- 4.12. Квадратная проволочная рамка со стороной  $a$  и прямой провод, по которому течет ток  $I$ , лежат в одной плоскости. Сопротивление рамки  $R$ . Найти количество электричества  $q$ , которое протечет по рамке, если повернуть ее на  $180^\circ$  вокруг оси  $OO'$ , находящейся на расстоянии  $b + a$  от провода.



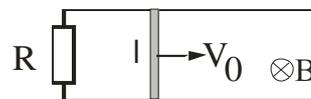
- 4.13. Найти индуктивность  $L$  тороидальной обмотки, намотанной на полый цилиндр высотой  $b$ , внутренний радиус которого равен  $r$ , а наружный  $r + a$ . Число витков катушки равно  $N$ , магнитная проницаемость  $\mu = 1$ .



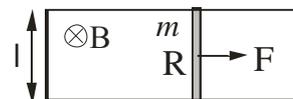
- 4.14. Соленоид с индуктивностью  $L$  и ничтожно малым сопротивлением присоединен к верхним концам двух параллельных шин, расположенных вертикально на расстоянии  $l$  друг от друга. Вдоль шин в однородном магнитном поле падает без трения и без начальной скорости перемычка массой  $m$  так, что всегда имеется контакт между ней и шинами. Вектор индукции  $\mathbf{B}$  магнитного поля перпендикулярен плоскости шин. Найти закон движения проводника  $x(t)$ . Сопротивлением шин и перемычки, а также индуктивностью контура пренебречь.



- 4.15. Перемычка массой  $m$  может скользить без трения по двум длинным горизонтальным рельсам, расположенным на расстоянии  $l$  друг от друга. Слева рельсы замкнуты на сопротивление  $R$ . Вектор индукции  $\mathbf{B}$  однородного магнитного поля перпендикулярен плоскости рельсов. В момент  $t = 0$  перемычке сообщили вправо начальную скорость  $V_0$ . Найти расстояние  $S$ , пройденное перемычкой до остановки. Сопротивлением рельсов и перемычки, а также индуктивностью контура пренебречь.

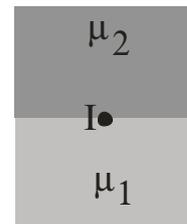


- 4.16. По П-образному проводу, расположенному в горизонтальной плоскости, может скользить без трения перемычка. Она имеет длину  $l$ , массу  $m$  и сопротивление  $R$ . Вектор индукции  $\mathbf{B}$  однородного магнитного поля направлен вертикально. В момент  $t = 0$  на перемычку стали действовать вправо постоянной горизонтальной силой  $F$ . Найти скорость перемычки  $V$  как функцию

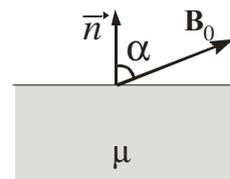


времени. Сопротивлением П-образного проводника и индуктивностью контура пренебречь.

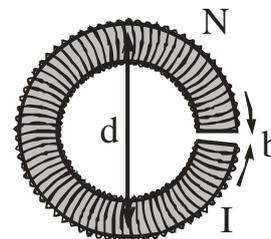
- 4.17. Прямой бесконечно длинный провод с током  $I$  лежит в плоскости раздела двух непроводящих сред с магнитными проницаемостями  $\mu_1$  и  $\mu_2$ . Найти модуль вектора индукции  $\mathbf{B}$  магнитного поля во всем пространстве в зависимости от расстояния  $r$  до провода. Известно, что силовые линии магнитного поля являются окружностями с центром на оси проводника.



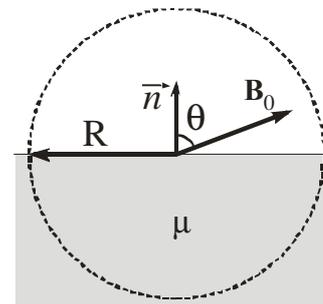
- 4.18. Вблизи некоторой точки границы раздела «магнетик-вакуум» магнитная индукция в вакууме равна  $B_0$ , причем вектор  $\mathbf{B}_0$  составляет угол  $\alpha$  с нормалью к границе раздела. Магнитная проницаемость магнетика равна  $\mu$ . Найти магнитную индукцию  $B$  в магнетике вблизи той же точки.



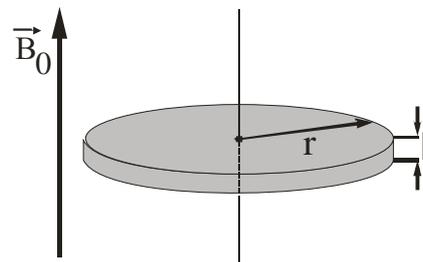
- 4.19. На железный сердечник в виде тора со средним диаметром  $d$  намотано  $N$  витков. В сердечнике сделана узкая поперечная прорезь шириной  $b$ . При токе  $I$  через обмотку индукция магнитного поля в зазоре равна  $B$ . Найти магнитную проницаемость  $\mu$  железа, пренебрегая рассеянием магнитного потока на краях зазора.



- 4.20. Магнитная индукция в вакууме вблизи плоской поверхности магнетика равна  $B_0$ , а вектор  $\mathbf{B}_0$  направлен под углом  $\theta$  к нормали. Магнитная проницаемость магнетика равна  $\mu$ . Найти поток  $\Phi_H$  вектора  $\mathbf{H}$  через поверхность сферы радиусом  $R$ , центр которой лежит на поверхности магнетика.



- 4.21. Круглый диск радиусом  $r$  из магнитного материала ( $\mu \gg 1$ ) помещен во внешнее однородное магнитное поле  $\mathbf{B}_0$ . При какой толщине диска  $l$  индукция  $B$  в центре диска будет отличаться от  $B_0$  не более, чем на 1%?



- 4.22. Небольшой шарик объемом  $V$  из парамагнетика с магнитной восприимчивостью  $\chi$  медленно переместили вдоль оси катушки с током из точки, где индукция магнитного поля равна  $B$ , в область, где магнитное поле практически отсутствует. Найти работу  $A$ , совершенную при этом против магнитных сил.

- 4.23. Длинный соленоид заполнен неоднородным изотропным парамагнетиком, магнитная восприимчивость которого зависит только от расстояния  $r$  до оси соленоида как  $\chi = \alpha r^2$ , где  $\alpha$  – постоянная. На оси соленоида магнитная индукция равна  $B_0$ . Найти зависимость от расстояния  $r$  плотности тока намагничивания  $j^{\sim}$ .