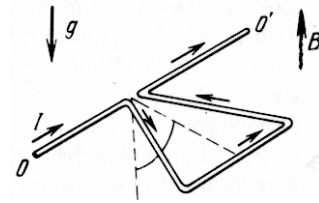


Урок №8 (07.02.2007)

Разбор задач самостоятельной работы

1. Разбор задач

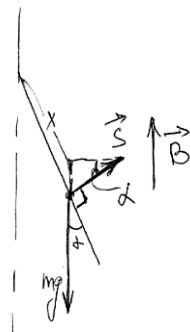
1. Треугольная проволочная рамка с током может вращаться вокруг горизонтальной оси OO' , проходящей через вершину треугольника. Масса единицы длины проволоки ρ , ток в рамке I . Рамка находится в магнитном поле индукции B , направленном вдоль поля тяжести. Определите угол отклонения плоскости треугольника от вертикали.



Решение. Здесь надо приравнять моменты силы тяжести и сил Ампера, возникающих в рамке с током в магнитном поле.

Сила тяжести приложена к центру масс рамки и направлена вниз. Центр масс находится в точке пересечения медиан, т.е. на расстоянии $2/3$ высоты от точки вращения рамки. Тогда, вводя длину стороны треугольника l , получаем $x = \frac{l\sqrt{5}}{3}$ и для момента силы тяжести $M_G = -xgm \cdot \sin \alpha = -l^2 \rho g \sqrt{5} \cdot \sin \alpha$.

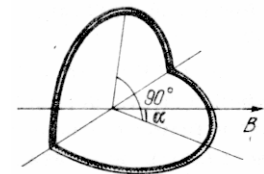
С другой стороны момент сил Ампера равен $M_B = I\vec{S} \times \vec{B}$, т.е. в нашем случае $M_B = ISB \cdot \cos \alpha = \frac{l^2 \sqrt{5}}{4} B \cos \alpha$.



Сумма моментов должна быть равна нулю. Приравнивая получившиеся выражения, получаем:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{IB}{4g\rho}.$$

2. Виток радиуса R согнули по диаметру под прямым углом и поместили в однородное магнитное поле индукции B так, что одна из плоскостей витка оказалась расположенной под углом α , другая – под углом $\pi/2 - \alpha$ к направлению индукции B . Ток в витке I . Определите момент сил, действующих на виток.



Решение. Как ни странно, задача решается просто «в лоб». Каждую полуокружность можно считать как отдельную рамку. Полный момент сил это векторная сумма моментов сил, действующих на каждую полуокружность. При этом направление вектора плоскости будем определять по «правилу буравчика» от направления вращения тока. В результате получаем:

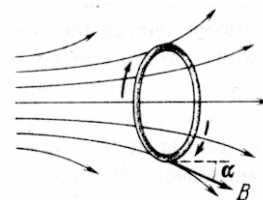
$$M = IS_1 B \sin \alpha - IS_2 B \cos \alpha = \frac{\pi R^2}{2} IB (\sin \alpha - \cos \alpha)$$

3. Катушка, по виткам которой течет ток, вертикально стоит на плоскости. Общий вес катушки P , число витков n , радиус R , ток в витках I . При какой индукции однородного магнитного поля, направленного горизонтально, катушка под действием этого поля опрокинется?

Решение. Опять же задача очень страшна на вид, однако проста по сути. Очевидно, что опрокидывающий момент, создаваемый магнитным полем должен быть больше момента, создаваемого весом катушки. Нарисовав «катушку, вид сбоку» мы увидим, что вес катушки проходит через её центр масс и направлен вертикально вниз, катушка же может опрокинуться «через край», поэтому момент, создаваемый весом катушки $M_G \leq PR$. Отсюда получаем: $In\pi R^2 B \geq PR$, откуда $B \geq \frac{P}{\pi RIn}$. Заме-

тим, что это условие того, что вращающий магнитный момент начнёт поворот катушки. Для опрокидывания этого недостаточно: для точного ответа на вопрос задачи надо знать высоту катушки...

4. Кольцо радиуса R , по которому циркулирует ток I , поместили в неоднородное аксиально-симметричное поле. Ось кольца совпадает с осью симметрии магнитного поля. Индукция магнитного поля B , действующего на ток, направлена под углом α к оси симметрии поля. Масса кольца m . Определите ускорение кольца.



Решение. Надо рассмотреть сначала маленький фрагмент кольца длиной Δl . На него будет действовать сила $\Delta F = \Delta l \cdot I \cdot B$, направленная под углом $\pi - \alpha$ к оси, или под углом α к плоскости кольца. Значит суммарная сила будет $2\pi R \cdot IB \cdot \sin \alpha$, т.к. составляющие силы, параллельные плоскости кольца сократятся. В итоге получаем:

$$a = \frac{2\pi R B I}{m} \sin \alpha.$$

2. Задачи на самостоятельное решение

1. Проводящее кольцо поместили в магнитное поле, перпендикулярное его плоскости. По кольцу циркулирует ток I . Если проволока кольца выдерживает на разрыв нагрузку F , то при какой индукции магнитного поля кольцо разорвется? Радиус кольца R . Действием на кольцо магнитного поля, создаваемого током I , пренебречь.
2. В однородном магнитном поле расположен виток, площадь которого равна S . Перпендикуляр к плоскости витка составляет с направлением магнитного поля угол α . Чему равна ЭДС индукции $\mathcal{E}_{инд}$, возникающей в витке при выключении поля, если начальная индукция магнитного поля B , и оно спадает до нуля по линейному закону за время Δt ?
3. В однородное магнитное поле с индукцией B помещено металлическое кольцо радиусом l , причем его ось совпадает с направлением поля. От центра к кольцу отходят два стержня, имеющие контакт между собой и с кольцом. Один стержень неподвижен, а другой равномерно вращается с угловой скоростью ω . Найти ток, идущий через стержни, если сопротивление каждого из них R (сопротивлением кольца пренебречь).