

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКМЕТОДИЧЕСКИЕ ЗАМЕТКИ

531.383

ДЕМОНСТРАЦИИ С НАМАГНИЧЕННЫМ ГИРОСКОПОМ**1. ПРЕЦЕССИЯ ЛАРМОРА**

Для демонстрации используется симметричный намагниченный вдоль оси непроводящий гироскоп, уравновешенный на кардановом подвесе. Гироскоп в виде диска (ϕ 100 мм), насаженного на ось (ϕ 15 мм), изготовлен из органического стекла, чтобы при вращении в магнитном поле в нем не возникали вихревые токи. Вдоль оси просверлен канал, в который помещен намагниченный ферритовый стержень (ϕ 8 мм). Гироскоп раскручивается при помощи бечевки, наматываемой на ось. Для наблюдения движения гироскопа используется теневая проекция.

Прежде всего следует показать, что ось гироскопа намагничена. Для этого невращающийся гироскоп помещают между полюсами электромагнита и наблюдают затухающие колебания его оси около направления поля. Затем изменяют направление поля и наблюдают опрокидывание намагниченной оси невращающегося гироскопа.

Для демонстрации прецессии Лармора раскручивают гироскоп при выключенном электромагните, ориентируя его ось под углом $40-60^\circ$ к направлению поля. После включения электромагнита наблюдают ларморову прецессию оси гироскопа около направления поля. Далее показывается, что увеличение напряженности поля ведет к увеличению угловой скорости прецессии, а выключение поля к «безынерционному» прекращению прецессии. После включения поля противоположного направления прецессия возникает также «безынерционно», но направление угловой скорости меняется на обратное. Опрокидывания намагниченной оси вращающегося гироскопа при изменении направления поля не наблюдается.

2. ОРИЕНТАЦИЯ НАМАГНИЧЕННОГО ПРОВОДЯЩЕГО ГИРОСКОПА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

Для демонстрации используется симметричный гироскоп в виде диска (ϕ 100 мм) из дюралюминия, насаженного на намагниченную стальную ось. При помещении такого вращающегося гироскопа в магнитное поле движение его оси определяется не только взаимодействием его постоянного магнитного момента P_{m0} с внешним магнитным полем (прецессия Лармора), но и взаимодействием поля с магнитным моментом вихревых токов¹, которое приводит к ориентации оси гироскопа вдоль поля^{2, 3}.

Этот последний эффект достаточно просто демонстрируется и состоит в следующем⁴. Проводящий ненамагниченный гироскоп при включении магнитного поля поворачивается кратчайшим путем своей осью к направлению поля. При этом вектор его момента количества движения N может занять одно из двух устойчивых положений, параллельное или антипараллельное вектору магнитного поля H , в зависимости от того, острый или тупой угол составляли эти векторы в начальном положении гироскопа.

Движение оси намагниченного проводящего гироскопа должно складываться из прецессии Лармора и поворота кратчайшим путем к направлению поля. Действительно, если выбрать начальное положение оси гироскопа под углом $30-40^\circ$ к полю, то после включения электромагнита конец оси начинает двигаться по спирали, свертывающейся к направлению поля, до тех пор, пока ось не установится вдоль поля. Если во время этого движения оси гироскопа изменить направление поля, то изменится лишь направление свертывания спирали, а ось гироскопа будет продолжать приближаться к направлению поля, не опрокидываясь. Так происходит ориентация

намагниченного вдоль оси проводящего гироскопа во внешнем магнитном поле. При этом каждый из характеризующих его векторов \mathbf{N} и \mathbf{P}_{m0} может занять одно из двух устойчивых положений — параллельное или антипараллельное вектору магнитного поля \mathbf{H} . В этом отношении поведение проводящего намагниченного гироскопа аналогично поведению электрона в магнитном поле.

Автор выражает благодарность М. С. Тихомирову, который принял участие в постановке описанных опытов.

К. Н. Баранский

Московский государственный
университет им. М. В. Ломоносова

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, Электродинамика сплошных сред, М. Физматгиз, 1959.
2. В. В. Белецкий, Космические исследования 1 (3), 339 (1963).
3. Е. Н. Кузнецов, Изв. АН СССР, «Механика», № 4, 124 (1965); Диссертация (МГУ, 1966).
4. К. Н. Баранский, УФН 94 (4), 737 (1968).