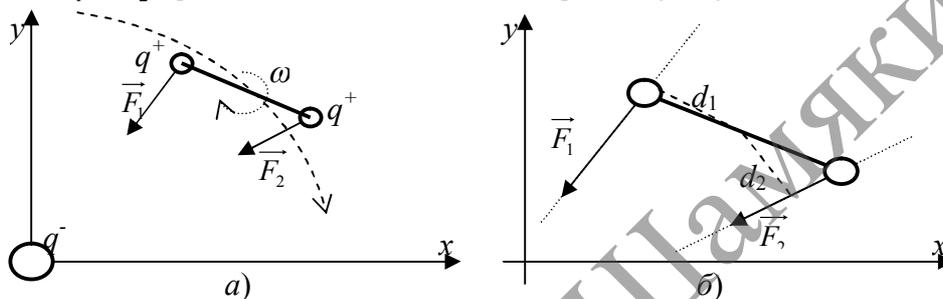


ДВИЖЕНИЕ ВЫТЯНУТОГО ТЕЛА В ЦЕНТРАЛЬНОМ ПОТЕНЦИАЛЬНОМ ПОЛЕ

В данной работе рассматривается моделирование движения тела, состоящего из двух электрически равнозаряженных шаров, соединенных жесткой невесомой изолирующей штангой; подходящая модель тела – гантель. Эта гантель вращается вокруг своего центра масс с угловой скоростью ω . Одновременно с этим центр массы гантели тела вращается вокруг центрального заряженного противоположным зарядом тела, лежащего в плоскости вращения гантели вокруг собственного центра масс.

Благодаря тому, что центральное тело и концы гантели имеют противоположные заряды, возникают силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 притяжения концов гантели к центральному телу.



Оба конца гантели притягиваются с разными силами \vec{F}_1 и \vec{F}_2 к центральному телу и в общем случае в разных направлениях

Рисунок 1 – Гантель в центральном поле сил

Система отсчета была привязана к центральному телу, соответственно рассматривались только движения вращающейся гантели.

Для рассмотрения подобного движения была составлена компьютерная модель, где использовались алгоритмы численного решения систем дифференциальных уравнений. В этой модели учитывались следующие параметры:

- 1) концы гантели имеют одинаковую массу;
- 2) гантель имеет момент инерции;
- 3) оба конца гантели притягиваются к центральному телу;
- 4) сила притяжения обратно пропорциональна квадрату расстояния до центрального тела;
- 5) для обоих концов гантели определялось собственное плечо силы для вычисления вращающего момента.

В начальный момент времени при запуске модели задавались начальные параметры – массы и заряды обоих концов гантели, ее радиус, заряд центрального тела, расстояние от центра масс гантели до центрального притягивающего тела, величина и направление скорости движения гантели, угловая скорость ее вращения. Таким образом, можно было варьировать заданную начальную траекторию движения гантели вокруг центрального тела – от вытянутого эллипса до почти идеальной окружности. Однако траектория может быть и вовсе искривленной из-за неравномерного во времени воздействия центрального поля на концы гантели.

Благодаря данной модели стало очевидно, что при некоторых специфичных начальных условиях можно наблюдать интересные эффекты. Например, если траектория движения гантели вытянута, то можно во время просчета движения определять суммарный момент импульса тела и при этом наблюдать сохранение этой величины, в то время как моменты импульса собственного вращения и вращения вокруг центра системы меняются – «перетекают друг в друга» с течением времени.

Тут же можно наблюдать закон сохранения энергии системы – перетекание потенциальной энергии тела в центральном поле в кинетическую энергию движения и наоборот.

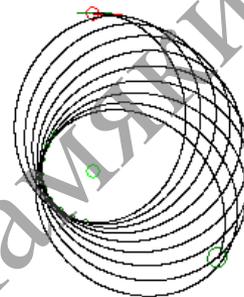
Главная цель создания модели – пронаблюдать изменения в траектории движения тела при определенных начальных условиях. Например, если угловые скорости собственного вращения и вращения вокруг центра системы не слишком отличаются друг от друга, а радиус гантели не слишком мал по сравнению с расстоянием до центра, то должно будет наблюдаться постепенное изменение скорости собственного вращения тела. При этом по закону сохранения момента импульса, если собственный момент импульса тела растёт, то момент импульса орбитального движения уменьшается, и этот эффект вызывает интерес. В результате подбора соответствующих параметров были получены графики движения, подобные представленному на рисунке 2, где видно изменение траектории с течением времени.

В результате работы составленной модели стало очевидно, что благодаря правильной записи сил взаимодействия тел, можно легко получить выполнение законов сохранения механических величин – закона сохранения энергии и закона сохранения момента импульса сложной системы. Т. е. силы в природе первичны, а законы сохранения – уже следствия действий этих сил. И, благодаря форме записи сил, можно математически вывести законы сохранения в механике. В данной работе система отсчета была жестко связана с центральным телом, поэтому закон сохранения импульса тел увидеть невозможно, но совершенно очевидно: если модель движения изменить соответствующим образом, то и этот закон можно будет наблюдать и проверить в действии при расчете движения модели.

Проверить составленную модель можно достаточно простым экспериментом, например, в учебной лаборатории достаточно подвесить гантель на длинной тонкой нити, зарядить шары на ее концах, привести во вращение вокруг собственной оси и заставить двигаться эту гантель по кругу. В это время поставить в центре другое заряженное тело – сферу. Электрическое поле создаст центральное потенциальное поле сил, и это позволит пронаблюдать все описанные явления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иродов И.Е. Основные законы механики / И.Е. Иродов – М.: Высш. шк., 1985. – 248 с.



Маленький кружок сверху – начальное положение центра гантели; большой кружок на другом конце кривой линии – конечное положение; кружок в центре – центральное притягивающее тело

Рисунок 2 – График движения тела вокруг центра