



О МОДЕЛИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В MAPLE

Ганиева З.С.

Самаркандский институт экономики и сервиса, ассистент

Аннотация: рассмотрена задача о масс-спектроскопическом анализе однозарядных ионов, моделирование процесса вылета частиц в пакете Maple.

Ключевые слова: Maple, моделирование, вылет однозарядных ионов,

Компьютерное моделирование является составной частью развивающихся информационных технологий. Представляет собой изучение какой либо системы или процесса путем составления математической модели, визуализация процесса (максимально приближенной к реальности). Пакеты прикладных программ Maple, MathCad, MatLab и другие позволяют успешно моделировать некоторые физические процессы, которые можно использовать в виде демонстрационной модели в обучении физике. Пусть задана классическая задача ядерной физики – разделение изотопов (атомов с одинаковым зарядом ядра, но разной массы). Для этого используются различные способы. В частности это может быть масс-спектроскопический метод. Для моделирования задачи используем возможности Maple.

Пусть из точки А вылетают однозарядные ионы ($q = e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл) разной массы m (от 20 до 23 а.е.м.) и под разными углами в пределах от 80° до 100° к оси x в плоскости xy (рис 1). Вдоль оси z приложено магнитное поле с индукцией $B = 10^{-2}$ Тл. Рассчитаем траектории полета частиц. Способ разделения изотопов может нам в этом помочь.

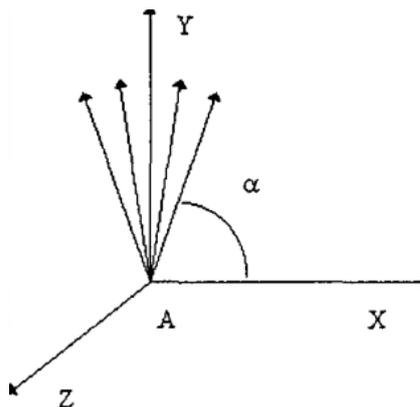


Рис.1 Иллюстрация к методу разделения изотопов.

Сила Лоренца, действующая на движущуюся заряженную частицу, задается уравнением:

$$\vec{F} = q \cdot (\vec{E} + [\vec{v}\vec{B}]) \quad (1)$$



Известно,

что

$$[\vec{v}\vec{B}] = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ v_x & v_y & v_z \\ B_x & B_y & B_z \end{vmatrix} = (v_y B_z - v_z B_y)\vec{i} + (v_z B_x - v_x B_z)\vec{j} + (v_x B_y - v_y B_x)\vec{k}, \quad (2)$$

откуда проекции векторного произведения $[\vec{v}, \vec{B}]$ на оси x, y, z имеют вид:

$$[\vec{v}\vec{B}]_x = v_y B_z - v_z B_y, \quad [\vec{v}\vec{B}]_y = v_z B_x - v_x B_z, \quad [\vec{v}\vec{B}]_z = v_x B_y - v_y B_x \quad (3)$$

В условии задачи не задано \vec{E} поэтому равенство (1) будет иметь вид:

$$F = q \cdot [\vec{v}\vec{B}] \quad (4)$$

Для начала очистим память:

> **restart;**

Зададим дифференциальные уравнения. Уравнения, описывающие траекторию полета частиц по осям, согласно формулам (3) и (4) будут иметь вид:

```
> sys:=diff(x(t),t$2)=q*(Bz*diff(y(t),t)-
By*diff(z(t),t))/m,diff(y(t),t$2)=q*(Bx*diff(z(t),t)-
Bz*diff(x(t),t))/m,diff(z(t),t$2)=q*(By*diff(x(t),t)-Bx*diff(y(t),t))/m;
```

$$\text{sys} := \frac{\partial^2}{\partial t^2} x(t) = \frac{q \left(B_z \left(\frac{\partial}{\partial t} y(t) \right) - B_y \left(\frac{\partial}{\partial t} z(t) \right) \right)}{m},$$

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} y(t) = \frac{q \left(B_x \left(\frac{\partial}{\partial t} z(t) \right) - B_z \left(\frac{\partial}{\partial t} x(t) \right) \right)}{m},$$

$$\frac{\partial^2}{\partial t^2} z(t) = \frac{q \left(B_y \left(\frac{\partial}{\partial t} x(t) \right) - B_x \left(\frac{\partial}{\partial t} y(t) \right) \right)}{m}$$

Запишем исходные числовые данные, не указывая единиц измерения:

> **q:=1.6e-19;V:=1e4;****q := .16 10⁻¹⁸****V := 10000.**

Тогда параметрические уравнения для проекций скорости на оси координат будут иметь вид (не будем забывать, что по условию задачи $\vec{B}(0,0,B_z)$):

> **Vx:=V*cos(alpha);Vy:=V*sin(alpha);Bx:=0;By:=0;Bz:=1e-2;****Vx := 10000. cos(α)****Vy := 10000. sin(α)****Bx := 0****By := 0****Bz := .01**

Решим составленные выше дифференциальные уравнения



```

>
xyz:=dsolve({sys,x(0)=0,D(x)(0)=Vx,y(0)=0,D(y)(0)=Vy,z(0)=o,D(z)(0)=0},{y(t),x
(t),z(t)},method=laplace):
>
XX:=(m,alpha)->.625000e29*m*(sin(alpha)-
1.*sin(alpha)*cos(.1600000000e-20*t/m)+cos(alpha)*sin(.160000000e-
20*t/m));
XX := (m, alpha) -> 0.625000 1029 m (
sin(alpha) - 1. sin(alpha) cos( (0.1600000000 10-20 t) / m ) + cos(alpha) sin( (0.1600000000 10-20 t) / m ) )
>
YY:=(m,alpha)->.625000e29*m*(-
1.*cos(alpha)+cos(alpha)*cos(.1600000000e-
20*t/m)+sin(alpha)*sin(.160000000e-20*t/m));
YY := (m, alpha) -> 0.625000 1029 m (
-1. cos(alpha) + cos(alpha) cos( (0.1600000000 10-20 t) / m ) + sin(alpha) sin( (0.1600000000 10-20 t) / m )
)

```

Полученные решения позволяют представить результаты графически:

```

> aem:=1.67e-27:ur:=3.14/180:
>
plot([[XX(20*aem,90*ur),YY(20*aem,90*ur),t=0..10e-
5],[XX(28*aem,92*ur),YY(28*aem,92*ur),t=0..10e-
5],[XX(24*aem,94*ur),YY(24*aem,94*ur),t=0..10e-
5]],view=[0..0.65,0..0.65],color=[red,blue,black],labels=[x,y]);

```

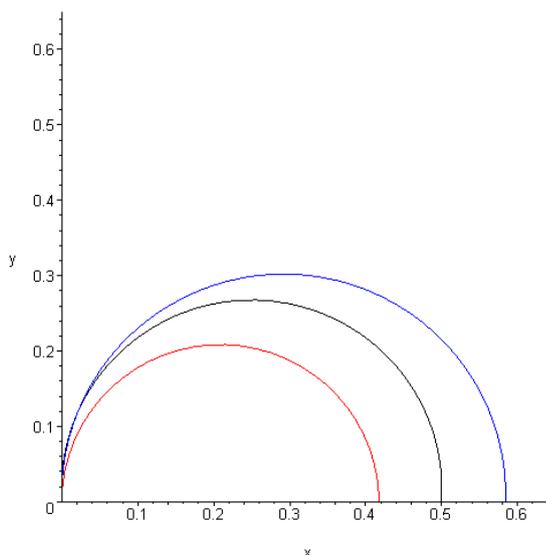


Рис.2 Траектория движения частиц.

Очень многие важные явления и опыты не могут быть реализованы в виде демонстраций и объяснение такого материала требует большого мастерства преподавателя. Рассмотренный процесс разделения изотопов, конечно же, на



практике необходимо проводить в лабораториях на сложных и дорогих физических установках. Однако, для демонстрации на занятиях по физике, на наш взгляд, приемлем представленный механизм разделения изотопов.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дьяконов В. MAPLE 7: УЧЕБНЫЙ КУРС.- Питер: СПб, 2002.-672 с.
2. Актуальные проблемы преподавания математики в техническом ВУЗе. Материалы второй межвузовской научно-методической конференции.- Омск: Полиграфический центр КАН, 2012. -188 с.
3. Пискунов Н.С. Дифференциал ва интеграл ҳисоб. 2 қисм-Т.: Ўқитувчи, 1974.- 606 б.
4. Савотченко С.Е., Кузмичева Т.Г. Методы решения математических задач в Maple. Учебное пособие – Белгород: Беладит, 2001. – 116 с.