

## FUNDAMENTOS FÍSICOS DE LA INFORMÁTICA

### PRÁCTICA 1: ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE PARTÍCULAS CARGADAS EN CAMPOS ELÉCTRICOS CON MATLAB

El Matlab (MATrix LABoratory) es un paquete de software para el desarrollo de algoritmos, análisis de datos, visualización y cálculo numérico, que se ha convertido en una herramienta básica tanto para investigadores como en general en el ámbito universitario.

En esta práctica vamos a utilizar algunas funciones básicas de Matlab, para aplicarlas a la resolución de un problema concreto de movimiento de partículas bajo la acción de campos eléctricos.

#### PROBLEMA BASE

Un electrón se mueve horizontalmente con una velocidad  $\vec{v} = 3,4 \times 10^6 \vec{i}$  (m/s) en una región donde existe un campo eléctrico uniforme  $\vec{E} = 520 \vec{j}$  (N/C), que se extiende horizontalmente una distancia de 45 mm. Determinar: a) El desplazamiento vertical del electrón. b) La velocidad del electrón cuando sale de la región donde existe campo eléctrico. c) El ángulo de salida del electrón respecto al eje X (en grados). d) A partir de este momento, ¿qué tipo de movimiento sigue el electrón? DATOS: carga del electrón  $1,6 \times 10^{-19}$  C, masa del electrón  $9,1 \times 10^{-31}$  kg.

Solución: a)  $y = -8$  mm b)  $\vec{v} = (3,4\vec{i} - 1,2\vec{j}) \times 10^6$  m/s c)  $-19,68^\circ$

#### IMPLEMENTACIÓN EN MATLAB

Vamos a crear un fichero de comandos (M-archivo con extensión \*.m) escribiendo un nuevo *script* en la ventana del editor. En la primera línea escribimos la descripción del problema:

```
% problema base de movimiento de partículas cargadas en  
campos eléctricos
```

A continuación, introducimos los datos del problema, teniendo cuidado de introducir las magnitudes en el SI:

```
% datos
v0=3.4*10^6; % velocidad inicial en x (m)
d=0.045; % distancia (m) en presencia de campo eléctrico
E=520; % campo eléctrico (N/C)
q=-1.61*10^(-19); % carga eléctrica del electrón (C)
m=9.11*10^(-31); % masa del electrón (kg)
```

Hacemos que el programa calcule la aceleración con la que se mueve la partícula a lo largo del eje Y (donde existe un campo eléctrico uniforme) y el tiempo durante el cual se ve sometida a la acción del campo eléctrico:

```
a=q*E/m;%aceleración en la dirección del campo eléctrico
tc=d/v0; % tiempo total en presencia de campo eléctrico
```

Calculamos la trayectoria de la partícula teniendo en cuenta que a lo largo del eje Y seguirá un movimiento uniformemente acelerado y en el eje X un movimiento uniforme con velocidad  $v_0$ . Lo hacemos de modo iterativo durante el tiempo que la partícula se encuentra sometida a la acción del campo eléctrico:

```
n=input('número de pasos, n: ');
dt=tc/n; %incremento de tiempo en cada paso

i=0:n;
t=dt*i;
x=v0*dt*i;
y=a*((dt.^2)*(i.^2))/2;
```

Dibujamos la trayectoria:

```
plot(x,y,'r')
xlabel('x (m)')
ylabel('y (m)')
grid on
title('trayectoria x(y)')
```

Sacamos por pantalla el valor del desplazamiento en el eje Y y las componentes x e y de la velocidad cuando la partícula emerge del campo eléctrico, así como la inclinación de salida de la partícula respecto al eje X:

```
y1=a*(tc^2)/2; %componente y posición de salida en m
y1
vx1=v0; % componente x de la velocidad de salida en m/s
```

```
vx1
vy1=a*tc;% componente y de la velocidad de salida en m/s
vy1
alfa=atan(vy1/vx1); %ángulo de salida en radianes
angulo=alfa*180/pi;
angulo      % ángulo de salida en grados
```

Guardamos el fichero de comandos: *practica1.m* y a continuación lo ejecutamos desde la ventana de comandos con  $n=100$  pasos.

## PROLEMA PROPUESTO

Utilizando como base el problema anterior, estudiar con ayuda de en Matlab el movimiento de la misma partícula sometida a la acción del siguiente campo eléctrico:

$$E = 520\vec{j} \text{ (N/C) para } 0 \leq x \leq 45 \text{ mm}$$

$$E = -520\vec{j} \text{ (N/C) para } 45 < x \leq 135 \text{ mm}$$

$$E = 520\vec{j} \text{ (N/C) para } 135 < x \leq 225 \text{ mm}$$

$$E = -520\vec{j} \text{ (N/C) para } 225 < x \leq 315 \text{ mm}$$

Y así sucesivamente. Es decir, sometida a la acción de un campo eléctrico que cambia de sentido cada 90 mm según avanzamos en el sentido positivo del eje X.

1. Dibujar la trayectoria  $x(y)$ , y la variación con el tiempo de las componentes de la posición  $x(t)$  e  $y(t)$ , así como la variación temporal de la componente y de la velocidad  $v_y(t)$  ¿En qué puntos se anula la velocidad sobre el eje Y? Razone su respuesta.
2. Al finalizar cada tramo, sacar por pantalla los valores de las componentes de la velocidad ( $v_x, v_y$ ) y de la posición ( $x, y$ ), así como el ángulo de salida en grados, de la partícula en el momento en el que el campo cambia de sentido. Estos valores servirán como condiciones iniciales para la siguiente etapa.
3. ¿Es un movimiento periódico? En caso afirmativo, indique el valor de dicho periodo.