

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
NĂM HỌC 2022-2023

“.....”



BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN MATLAB
MÔN: VẬT LÝ

ĐỀ TÀI 11: XÁC ĐỊNH PHƯƠNG TRÌNH
CHUYỂN ĐỘNG CỦA TÊN LỬA

GVHD : NGUYỄN NGỌC QUỲNH
ĐẠU SỸ HIẾU

NHÓM: 11

LỚP : L05

TP HCM, 11/2022

DANH SÁCH THÀNH VIÊN

STT	HỌ VÀ TÊN	MSSV
1	VƯƠNG SONG TOÀN	2213544
2	NGUYỄN MINH TIẾN	2213461
3	PHẠM NHƯ THUẦN	2213349
4	TRẦN DƯƠNG TIẾN	2213442
5	NGUYỄN THẢO QUỲNH TRÍ	2213653

MỤC LỤC

PHẦN 1: ĐỀ TÀI	4
a. Yêu cầu	4
b. Điều kiện	5
c. Nhiệm vụ	5
PHẦN 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT	5
1. Các định luật Newton.	5
a. Định luật 1 – Hệ quy chiếu quán tính	5
b. Định luật 2	6
c. Định luật 3	6
2. Động lượng.	6
2.1 Định nghĩa.	6
2.2 Các định lý và định luật.	7
a. Định lý 1	7
b. Định lý 2	7
c. Định lý 3	7
3. Ứng dụng bảo toàn động lượng trong chuyển động của tên lửa	7
PHẦN 3: PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TOÁN	8
1. Đề bài	8
2. Yêu cầu	9
3. Bài giải	9
a. Chọn chiều dương là chiều chuyển động.	9
b. Phương trình chuyển động của tên lửa theo thời gian $y(t)$:	10
PHẦN 4: CÁC HÀM MATLAB CƠ BẢN ĐƯỢC SỬ DỤNG TRONG BÀI TOÁN VÀ CODE HOÀN CHỈNH	10

1. Tổng quan về Matlab	10
2. Sơ đồ khối biểu diễn thuật toán	10
4. Giải bài toán trên Matlab	12
a. Giải thích thuật toán	12
b. Đoạn code hoàn chỉnh	14
c. Ví dụ minh họa	16
d. Đầu ra	17
e. Đồ thị biểu diễn phương trình chuyển động của tên lửa:	18
f. Lưu ý dấu của giá trị	19
TÀI LIỆU THAM KHẢO	19

TÓM TẮT

- Dựa vào cơ sở lý thuyết, áp dụng các định luật Newton và định luật bảo toàn động lượng cùng các phép biến đổi để xác định phương trình chuyển động của tên lửa theo thời gian $y(t)$.
- Sử dụng phần mềm Matlab để tính toán và biểu diễn đồ thị $y(t)$:
 - + Nhập vào các thông số tốc độ đốt nhiên liệu dm/dt , khối lượng, vị trí ban đầu của tên lửa, vận tốc đẩy khí của tên lửa v' .
 - + Sử dụng công cụ Symbolic để xác định phương trình chuyển động của tên lửa và biểu diễn bằng đồ thị

PHẦN 1: ĐỀ TÀI

Xác định phương trình chuyển động của tên lửa.

1. a. Yêu cầu

Tên lửa dịch chuyển bằng dòng khí đẩy từ đuôi. Dòng khí đẩy này sinh ra bằng các phản ứng đốt cháy nhiên liệu chứa trong tên lửa nên khối lượng của nó giảm dần theo thời gian. Giải phương trình định luật II Newton cho tên lửa:

$$m \frac{dv}{dt} = - v' \frac{dm}{dt} - mg$$

Với m là khối lượng của tên lửa, m_0 là khối lượng nhiên liệu ban đầu, v' là vận tốc của dòng khí thoát ra, $\frac{dm}{dt}$ là tốc độ đốt cháy nhiên liệu.

Giải phương trình này ta xác định được gia tốc của tên lửa từ đó suy ra phương trình chuyển động của nó.

Bài tập này yêu cầu sinh viên sử dụng Matlab để biểu diễn bằng đồ thị phương trình chuyển động của tên lửa $y(t)$.

b. Điều kiện

Sinh viên cần có kiến thức về lập trình cơ bản trong Matlab.

Tìm hiểu các lệnh Matlab liên quan Symbolic và đồ họa.

c. Nhiệm vụ

Xây dựng chương trình Matlab:

1/ Nhập vào các thông số tốc độ đốt nhiên liệu dm/dt , khối lượng, vị trí ban đầu của tên lửa, vận tốc đẩy khí của tên lửa v' .

2/ Sử dụng công cụ Symbolic để xác định phương trình chuyển động của tên lửa và biểu diễn bằng đồ thị.

PHẦN 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1. Các định luật Newton.

a. Định luật 1 – Hệ quy chiếu quán tính

- Một chất điểm đang đứng yên hay chuyển động thẳng đều sẽ tiếp tục đứng yên hay chuyển động thẳng đều mãi mãi nếu chất điểm cô lập hoặc tổng hợp lực tác dụng vào nó bằng không.
- Tính chất bảo toàn trạng thái chuyển động của vật gọi là “quán tính”. Vì vậy Định luật 1 của Newton còn được gọi là: “Định luật quán tính”.
- Hệ quy chiếu quán tính là hệ quy chiếu mà trong đó chuyển động của vật tự do (vật không chịu tác động của lực nào) là chuyển động thẳng đều.

b. Định luật 2

- Trong hệ quy chiếu quán tính, vectơ gia tốc của một chất điểm chuyển động tỉ lệ thuận với lực tác dụng và tỉ lệ nghịch với khối lượng chất điểm:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$$

- Phương trình cơ bản của động lực học:

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

c. Định luật 3

- Nếu vật thứ nhất tác dụng lên vật thứ hai một lực \vec{F}_{12} thì đồng thời vật thứ hai cũng tác dụng lên vật thứ nhất một lực \vec{F}_{21} , hai lực đó cùng phương, ngược chiều, cùng độ lớn :

$$\vec{F}_{12} = - \vec{F}_{21}$$

2. Động lượng.

2.1 Định nghĩa.

- Động lượng là đại lượng đặc trưng cho chuyển động về mặt động lực học.
- Động lượng của vật là đại lượng vector được xác định bằng tích của khối lượng và vectơ vận tốc của vật:

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

2.2 Các định lý và định luật.

a. Định lý 1

- Đạo hàm vector động lượng theo thời gian có giá trị bằng tổng hợp lực tác dụng lên vật:

$$\frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{m d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} = \vec{F}$$

b. Định lý 2

- Độ biến thiên động lượng của 1 chất điểm trong khoảng thời gian nào đó bằng xung lượng của tổng hợp các ngoại lực tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó:

$$\Delta\vec{p} = \int_{p_2}^{p_1} d\vec{p} = \int_{t_2}^{t_1} \vec{F} dt$$

c. Định lý 3

- Với một hệ chất điểm

$$\frac{d}{dt} \sum_{i=1}^n \vec{p}_i = \frac{d\vec{p}}{dt} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i = \vec{F}$$

- Khi $\vec{F} = 0$ thì $\vec{p}_1 + \vec{p}_2 + \dots + \vec{p}_n = \text{const.}$

3. Ứng dụng bảo toàn động lượng trong chuyển động của tên lửa

Động lượng của tên lửa

Ở thời điểm t : $p_0 = mv$

Ở thời điểm $t + dt$: $p_1 = (m - dm)(v + dv)$

Động lượng của luồng khí đốt: $p_2 = dm(v - v')$

Bảo toàn động lượng:

$$p_0 = p_1 + p_2 \text{ hay } mv = (m - dm)(v + dv) + dm(v - v')$$

$$\Rightarrow mdv = v'dm \quad (\text{bỏ qua } dm \cdot dv)$$

$$\Rightarrow m \frac{dv}{dt} = v' \frac{dm}{dt}$$

$$\Rightarrow F_d = v' \frac{dm}{dt} \quad (\text{lực đẩy})$$

Áp dụng định luật II Newton lên tên lửa, ta có:

$$\vec{F}_{th} = -\vec{F}_d - \vec{P}$$

$$\Rightarrow m \frac{dv}{dt} = -v' \frac{dm}{dt} - mg$$

PHẦN 3: PHƯƠNG PHÁP GIẢI BÀI TOÁN

1. Đề bài

Tên lửa dịch chuyển bằng dòng khí đẩy từ đuôi. Dòng khí đẩy này sinh ra bằng các phản ứng đốt cháy nhiên liệu chứa trong tên lửa nên khối lượng của nó giảm dần theo thời gian. Giải phương trình định luật II Newton cho tên lửa:

$$m \frac{dv}{dt} = -v' \frac{dm}{dt} - mg$$

Với m_0 là khối lượng của tên lửa ban đầu, v' là vận tốc của dòng khí thoát ra,

$\frac{dm}{dt}$ tốc độ đốt cháy nhiên liệu.

2. Yêu cầu

- Xác định gia tốc của tên lửa
- Xác định phương trình chuyển động của tên lửa theo thời gian $y(t)$

3. Bài giải

a. Chọn chiều dương là chiều chuyển động.

- Chọn gốc tọa độ tại mặt đất.
- Khối lượng tên lửa tại thời điểm t :
- Ta có:

$$k = \frac{dm}{dt} \quad (k < 0) \Rightarrow dm = kdt \Rightarrow \int_{m_0}^m dm = \int_0^t kdt \Rightarrow m = m_0 + kt$$

- Phương trình định luật II Newton cho tên lửa:

$$m \frac{dv}{dt} = -v' \frac{dm}{dt} - mg$$

$$\Rightarrow a = \frac{dv}{dt} = -\frac{v'k}{m_0 + kt} - g$$

$$\Rightarrow dv = -v' \frac{dm}{m} - gdt$$

$$\Rightarrow \int_0^v dv = -v' \int_{m_0}^m \frac{dm}{m} - \int_0^t gdt$$

$$\Rightarrow v = -v' \ln \frac{m}{m_0} - gt = v' \ln \frac{m_0}{m} - gt = v' \ln \frac{m_0}{m_0 + kt} - gt$$

b. Phương trình chuyển động của tên lửa theo thời gian $y(t)$:

$$\text{Ta có: } dy = v dt \Rightarrow \int_{y_0}^y dy = \int_0^t v dt$$

$$\Rightarrow y - y_0 = \int_0^t \left[v' \ln\left(\frac{m_0}{m_0 + kt}\right) - gt \right] dt$$

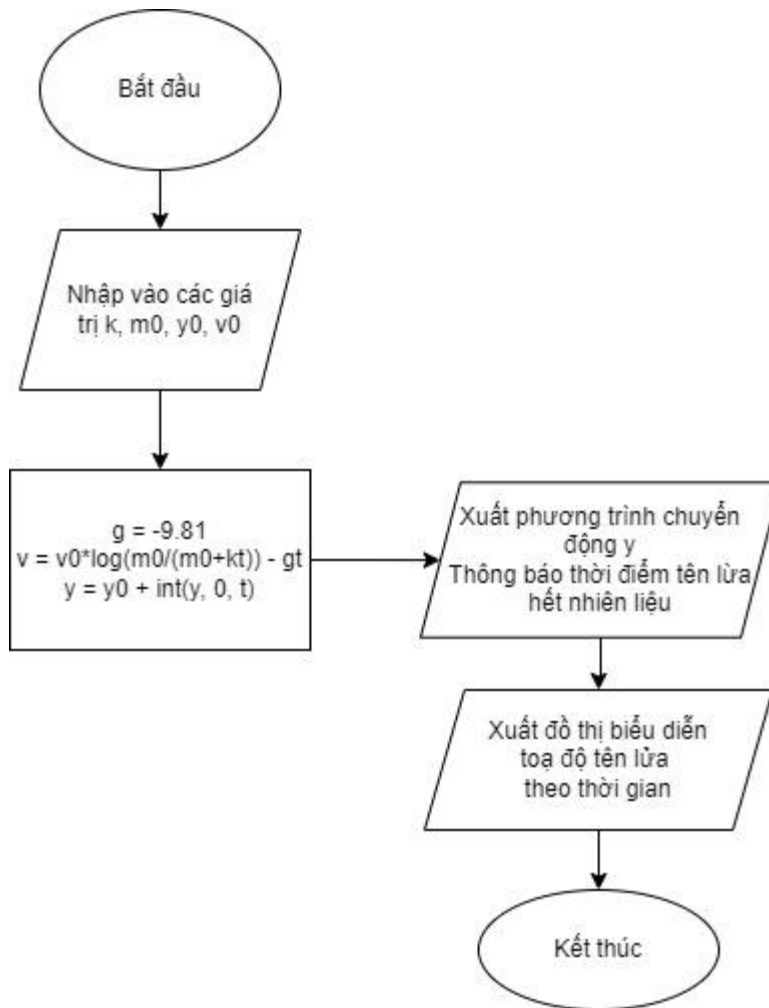
$$\Rightarrow y = y_0 + v' \ln\left(\frac{m_0}{m_0 + kt}\right)t + \frac{v'm_0}{k} \ln\left(\frac{m_0}{m_0 + kt}\right) + v't - \frac{1}{2}gt^2$$

PHẦN 4: CÁC HÀM MATLAB CƠ BẢN ĐƯỢC SỬ DỤNG TRONG BÀI TOÁN VÀ CODE HOÀN CHỈNH

1. Tổng quan về Matlab

- Matlab là tên viết tắt của Matrix laboratory phần mềm được MathWorks thiết kế để cung cấp môi trường lập trình và tính toán kỹ thuật số.
- Matlab cho phép bạn sử dụng ma trận để tính toán các con số, vẽ thông tin cho các hàm và đồ thị, chạy các thuật toán, tạo giao diện người dùng và liên kết với các chương trình máy tính được viết bằng nhiều ngôn ngữ lập trình khác.
- Matlab được sử dụng để giải quyết các vấn đề trong phân tích số, xử lý tín hiệu kỹ thuật số và xử lý đồ họa mà không cần lập trình cổ điển.
- Matlab hiện có hàng nghìn lệnh và chức năng tiện ích. Ngoài các chức năng có sẵn của chính ngôn ngữ, Matlab còn có các lệnh ứng dụng đặc biệt và các chức năng hộp công cụ (Toolbox) để mở rộng môi trường Matlab nhằm giải quyết một số loại vấn đề nhất định.
- Hộp công cụ rất quan trọng và hữu ích cho người sử dụng toán học sơ cấp, xử lý tín hiệu kỹ thuật số, xử lý hình ảnh, xử lý giọng nói, ma trận thưa, logic mờ...

2. Sơ đồ khối biểu diễn thuật toán



3. Các hàm Matlab cơ bản được sử dụng trong bài toán

Lệnh	Cú pháp	Ý nghĩa
pkg	pkg('load', 'symbolic')	Đưa gói 'symbolic' vào chương trình
Syms	syms x	Khai báo biến x là một biến kí hiệu
Input	x=input('tên biến')	Nhập vào 1 giá trị cho biến x
Disp	disp(x)	Xuất giá trị của biến x ra màn hình.

	<code>disp('chuỗi ký tự')</code>	Xuất chuỗi ký tự ra màn hình.
Diff	<code>diff(y,n)</code>	Đạo hàm cấp n của hàm y.
Int	<code>int(y,a,b)</code>	Tích phân từ a đến b của hàm y
Limit	<code>limit(y,t,t₀, 'left')</code>	Tính giới hạn trái của hàm y(t) khi t tiến đến t ₀
Linspace	<code>linspace(a,b)</code>	Tạo ra 1 vector gồm các giá trị từ a đến b cách đều nhau
matlabFunction	<code>matlabFunction(y)</code>	Biến y, một biểu thức ký hiệu, thành 1 hàm trong matlab
Plot	<code>plot(x,y)</code>	Vẽ đồ thị hàm số trong không gian 2 chiều
Title	<code>title('tên đồ thị')</code>	Đặt tên cho đồ thị hàm số.
Label	<code>xlabel('tên')</code> <code>ylabel('tên')</code>	Đặt tên cho trục x. Đặt tên cho trục y.

4. Giải bài toán trên Matlab

a. Giải thích thuật toán

Đưa gói 'symbolic' vào chương trình

```
pkg('load', 'symbolic')
```

Khai báo biến thời gian t là 1 biến ký hiệu

```
syms t
```

Xuất ra màn hình dòng chữ 'Chon chieu duong huong len'

```
disp('Chon chieu duong huong len')
```

Xuất ra màn hình dòng chữ 'Goc toa do tai mat dat'

```
disp('Goc toa do tai mat dat');
```

Xuất ra màn hình dòng chữ 'Phuong trinh dinh luat II Newton cho ten lua'

```
disp('Phuong trinh dinh luat II Newton cho ten lua');
```

Xuất ra màn hình phương trình định luật II Newton cho tên lửa

```
disp('m*dv/dt = -v0*dm/dt - mg');
```

Nhập giá trị tốc độ đốt nhiên liệu k

```
k=input('Nhap toc do dot nhien lieu dm/dt = ');
```

Nhập giá trị khối lượng tên lửa m

```
m0=input('Nhap khoi luong ban dau cua ten lua m0 = ');
```

Nhập giá trị vị trí ban đầu y_0

```
y0=input('Nhap vi tri ban dau cua ten lua y0 = ');
```

Nhập giá trị vận tốc đẩy khí của tên lửa $v_0 = v$

```
v0=input('Nhap van toc day khi cua ten lua v0 = ');
```

Gán giá trị $g = -9,81$ (do chọn chiều dương hướng lên)

```
g=-9.81;
```

Tính giá trị vận tốc của tên lửa tại thời điểm t

```
v=v0*log(m0/(m0+k*t))-g*t;
```

Tính thời điểm tên lửa đốt hết nhiên liệu

```
t1=m0/abs(k);
```

Xuất ra màn hình dòng chữ ‘Gia tốc của tên lửa a=’

```
disp('Gia toc cua ten lua a=');
```

Tính gia tốc của tên lửa tại thời điểm t

```
a=diff(v,1);
```

Xuất ra màn hình giá trị của a

```
disp(a);
```

Xuất ra màn hình dòng chữ ‘phương trình chuyển động của tên lửa y = ’

```
disp('Phuong trinh chuyen dong ten lua y = ');
```

Gán y bằng phương trình chuyển động của tên lửa

```
y=y0+int(v, 0, t);
```

Xuất ra màn hình phương trình chuyển động của tên lửa y

```
disp(y);
```

Xuất ra màn hình dòng chữ ‘Tên lửa hết nhiên liệu tại thời điểm t =’

```
disp('Ten lua het nhien lieu tai thoi diem t=');
```

Xuất ra màn hình giá trị t1

```
disp(t1);
```

Gán yFinal bằng giá trị y ngay trước khi hết nhiên liệu

```
yFinal = limit(y,t,t1,'left');
```

Câu điều kiện kiểm tra nếu tên lửa đã ra khỏi bầu khí quyển, tức yFinal hơn 120 km

```
if yFinal >= 120000
```

Nếu điều kiện đúng, xuất ra màn hình dòng chữ ‘Tai thoi diem nay ten lua da ra ngoai vu tru va khong con chuyen dong’

```
disp('Tai thoi diem nay ten lua da ra ngoai vu tru va khong con chuyen  
dong');
```

Ngược lại, xuất ra màn hình dòng chữ ‘Tai thoi diem nay ten lua chua ra ngoai vu tru’

```
else
```

```
disp('Tai thoi diem nay ten lua chua ra ngoai vu tru');
```

Kết thúc kiểm tra điều kiện

```
end
```

Tạo ra 1 vector gồm các giá trị từ 0 đến t1 cách đều nhau

```
xFunc = linspace(0, t1);
```

Biến y, một biểu thức ký hiệu, thành 1 hàm trong matlab và thực thi hàm đó với mỗi giá trị bên trong xFunc tạo thành 1 vector giá trị và gán cho yFunc

```
yFunc = matlabFunction(y)(xFunc);
```

Vẽ đồ thị hàm số y(t) theo các giá trị tương ứng trong 2 vector xFunc và yFunc, trong đó trục tung là yFunc và trục hoành là xFunc

```
plot(xFunc, yFunc);
```

Đặt tên cho đồ thị hàm số

```
title('Do thi bieu dien phuong trinh chuyen dong cua ten lua');
```

Đặt tên cho trục hoành

```
xlabel('Thoi gian t');
```

Đặt tên cho trục tung

```
ylabel('Vi tri y');
```

Thêm lưới cho đồ thị

```
grid on;
```

b. Đoạn code hoàn chỉnh:

```
pkg('load', 'symbolic')
```

```
syms t
```

```
disp('Chon chieu duong huong len')
```

```

disp('Goc toa do tai mat dat');

disp('Phuong trinh dinh luat II Newton cho ten lua');

disp('m*dv/dt = -v0*dm/dt - mg');

k=input('Nhap toc do dot nhien lieu dm/dt = ');

m0=input('Nhap khoi luong ban dau cua ten lua m0 = ');

y0=input('Nhap vi tri ban dau cua ten lua y0 = ');

v0=input('Nhap van toc day khi cua ten lua v0 = ');

g=-9.81;

v=v0*log(m0/(m0+k*t))-g*t;

t1=m0/abs(k);

disp('Gia toc cua ten lua a=');

a=diff(v,1);

disp(a);

disp('Phuong trinh chuyen dong ten lua y = ');

y=y0+int(v, 0, t);

disp(y);

disp('Ten lua het nhien lieu tai thoi diem t=');

disp(t1);

yFinal = limit(y,t,t1,'left');

if yFinal >= 12000

    disp('Tai thoi diem nay ten lua da ra ngoai vu tru va khong con chuyen
dong');

else

    disp('Tai thoi diem nay ten lua chua ra ngoai vu tru');

end

xFunc = linspace(0, t1);

yFunc = matlabFunction(y)(xFunc);

plot(xFunc, yFunc);

```

```

title('Do thi bieu dien phuong trinh chuyen dong cua ten lua');

xlabel('Thoi gian t');

ylabel('Vi tri y');

grid on;

```

c. Ví dụ minh họa :

```

pkg('load', 'symbolic')
syms t
disp('Chon chieu duong huong len')
disp('Goc toa do tai mat dat');
disp('Phuong trinh dinh luat II Newton cho ten lua');
disp('m*dv/dt = -v0*dm/dt - mg');
k=input('Nhap toc do dot nhien lieu dm/dt = ');
m0=input('Nhap khoi luong ban dau cua ten lua m0 = ');
y0=input('Nhap vi tri ban dau cua ten lua y0 = ');
v0=input('Nhap van toc day khi cua ten lua v0 = ');
g=-9.81;
v=v0*log(m0/(m0+k*t))-g*t;
tl=m0/abs(k);
disp('Gia toc cua ten lua a=');
a=diff(v,t);
disp(a);
disp('Phuong trinh chuyen dong ten lua y = ');
y=y0+int(v, 0, t);
disp(y);
disp('Ten lua het nhien lieu tai thoi diem t=');
disp(tl);
yFinal = limit(y,t,tl,'left');
if yFinal >= 120000
    disp('Tai thoi diem nay ten lua da ra ngoai vu tru va khong con chuyen dong');
else
    disp('Tai thoi diem nay ten lua chua ra ngoai vu tru');
end
xFunc = linspace(0, tl);
yFunc = matlabFunction(y)(xFunc);
plot(xFunc, yFunc);
title('Do thi bieu dien phuong trinh chuyen dong cua ten lua');
xlabel('Thoi gian t');
ylabel('Vi tri y');
grid on;

```


d. Đầu ra

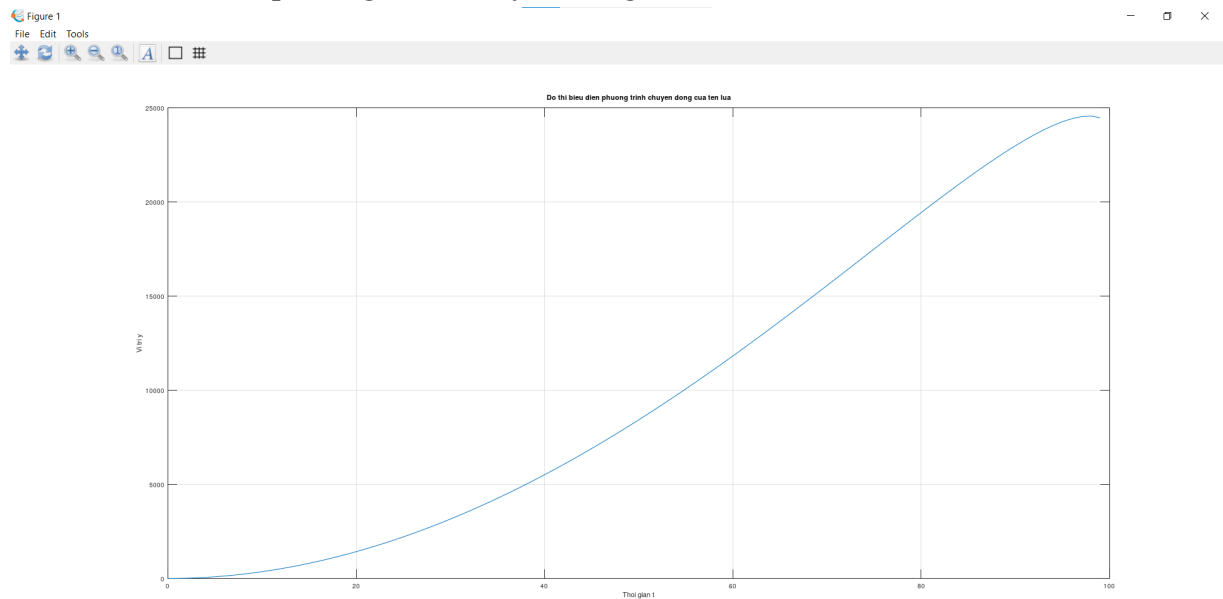
```
Chon chieu duong huong len
Goc toa do tai mat dat
Phuong trinh dinh luat II Newton cho ten lua
m*dv/dt = -v0*dm/dt - mg
Nhap toc do dot nhien lieu dm/dt = -200
Nhap khoi luong ban dau cua ten lua m0 = 20000
Nhap vi tri ban dau cua ten lua y0 = 0
Nhap van toc day khi cua ten lua v0 = -250
warning: passing floating-point values to sym is dangerous, see "help sym"
warning: called from
    double_to_sym_heuristic at line 50 column 7
    sym at line 379 column 13
    mtimes at line 54 column 5
    test at line 12 column 2

Gia toc cua ten lua a=
          /      t \
10000000000*|1 - ---|
          \      100/   981
- ----- + ---
          2      100
(20000 - 200*t)
Phuong trinh chuyen dong ten lua y =
          2
981*t      /      20000      \
----- - 250*t*log|-----| - 250*t - 25000*log(t - 100) + 25000*log(100)
200          \20000 - 200*t/

+ 25000*I*pi

Ten lua het nhien lieu tai thoi diem t=
100
Tai thoi diem nay ten lua chua ra ngoai vu tru
>> |
```

e. Đồ thị biểu diễn phương trình chuyển động của tên lửa:



Đồ thị ứng với giá trị nhập vào là

$$k = -200$$

$$m_0 = 20000$$

$$y = 0$$

$$v_0 = -250$$

f. Lưu ý dấu của giá trị:

Do chọn gốc tọa độ tại mặt đất, chiều dương hướng lên trên:

$k < 0$ do khối lượng tên lửa giảm dần nên đạo hàm m theo t cho giá trị < 0

$y_0 \geq 0$

$v' (v_0) < 0$ do có chiều hướng xuống (vận tốc tương đối so với tên lửa)

$g = -9.81$ do có chiều hướng xuống đất

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] [Microsoft Word - HuongDanMatlab_Simulink.doc \(hcmut.edu.vn\)](#)
- [2] [Help Center for MATLAB, Simulink and other MathWorks products](#)
- [3] [Động cơ tên lửa – Wikipedia tiếng Việt](#)
- [4] [Saturn V – Wikipedia tiếng Việt](#)
- [5] [Rocketdyne F-1 - Wikipedia](#)
- [6] [What is the velocity of the exhaust gasses on a Saturn V rocket? - Quora](#)
- [7] [Chuyên đề hệ có khối lượng thay đổi, chuyển động của tên lửa](#)
- [8] [Hướng dẫn giải toán chuyển động bằng phản lực, vận tốc tên lửa sau khi phụt nhiên liệu- YouTube](#)