

კუთხით გასროლილი სხეულის მოძრაობა 1. ეილერის მეთოდი

"კუთხით გასროლილი სხეულის მოძრაობა 1" განხილული იყო შემთხვევა ხახუნის გარეშე, რაც საშუალებას იძლეოდა ამოგვეხსნა ამოცანა ანალიზურად. ეხლა განვიხილავთ იგივე ამოცანის ამოხსნას ე.წ. სასრული სხვაობების მეთოდით. ჯერჯერობით ჩავთვალოთ, რომ ხახუნი არ გვაქვს. მაშინ:

$$a_x = 0 \quad (1)$$

$$a_y = -g \quad (2)$$

$$v_x = v_0 \cos \theta_0 \quad (3)$$

$$v_y = v_0 \sin \theta_0 - gt \quad (4)$$

$$x = x_0 + v_0 \cos \theta_0 t \quad (5)$$

$$y = y_0 + v_0 \sin \theta_0 t - gt^2/2 \quad (6)$$

ზემოთ მოყვანილი (3-4) საჭიროა ჩაიწეროს სასრული სხვაობების სქემით.

$$v_x^{n+1} = v_x^n \quad \text{ანუ არ იცვლება} \quad (7)$$

$$v_y^{n+1} = v_y^n + a_y \cdot \Delta t \quad (8)$$

$$x^{n+1} = x^n + v_x^n \cdot \Delta t \quad (9)$$

$$y^{n+1} = y^n + v_y^n \cdot \Delta t \quad (10)$$

ფორმულები (7-8) ცხადია ზუსტად იგვე სურათს იძლევა რასაც ანალიზური ამოხსნა, მაგრამ ამავე დროს საშუალებას იძლევა სხვადასხვა შემთხვევების მოდელირებისა, მაგალითად დაჯახების. თუ ჩავთვლით რომ სხულს არეკვლა შეუძლია და მიწასთან დაჯახებისას აირეკლება ამ შემთხვევაში v_y^n იცვლის ნიშანს.

შეჰქმენით ახალი m ფაილი და შეიყვანეთ ქვემოთ მოყვანილი კოდი:

```
clc
clear all
close all;
v0=10; %sackisi sichqare
m=1;% masa
g=9.8;%achqareba
dt=0.001;%droiti shualedi dt
teta=45*pi/180;
x1(1)=0;%sackisi x
y1(1)=0;%sackisi y
```

```

v1x=v0*cos(teta);
v1y=v0*sin(teta);
for i=1:12320
    x1(i+1)=x1(i)+v1x*dt;%x koordinati
    y1(i+1)=y1(i)+v1y*dt;%y koordinati
    v1y=v1y-g*dt;%axali vy sichare
    if(y1(i+1)<0)% dajaxeba micastan
        y1(i+1)=0;
        x1(i+1)=x1(i)+y1(i)/tan(teta);
        v1y=-v1y;
    end
end

end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%analizuri amoxsna
tg=2*v0*sin(teta)/g; % frenis dro
t=linspace(0,tg,256);%igeba drois veqtori 0 dan tg mde 256 mnishvneloba
x2= v0*cos(teta)*t;% vitvilit x koordinats
y2=v0*sin(teta)*t-g*t.^2/2;%vitvilit y koordinats
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
hold on
plot(x1,y1,'r');% daxatva
plot(x2,y2,'b');% analizuri amoxsnis daxatva

```

1. ვთქვათ დაჯახებისას სხულის ენერგია 5%მცირდება. შეიტანეთ სათანადო ცვლილებების ზემოთ მოყვანილ კოდში და მიიღეთ შესაბამისი ნახაზი.

დავუშვათ სხულზე მოქმედებს ხახუნის ძალაც მაშინ:

$$m \frac{dv_x}{dt} = -F_b \cos \theta \quad (11)$$

$$m \frac{dv_y}{dt} = -m \cdot g - F_b \sin \theta \quad (12)$$

სადაც F_b ხახუნის ძალა სიჩქარის კვადრატის პროპორციულია $F_b = \alpha \cdot v^2$ თუ გავითვალისწინებთ, რომ $v_x = v \cdot \cos \theta$ და $v_y = v \cdot \sin \theta$ მაშინ სიჩქარის მდგენელებისთვის გვექნება :

$$\frac{dv_x}{dt} = -\alpha/m \cdot v_x v \quad (13)$$

$$\frac{dv_y}{dt} = -g - \alpha/m \cdot v_y v \quad (14)$$

(??) ფორმულების გათვალისწინებით სასრული სხვაობების სქემა იქნება:

$$v_x^{n+1} = v_x^n - \alpha/m \cdot v_x^n v^n \Delta t \quad (15)$$

$$v_y^{n+1} = v_y^n - g \cdot \Delta t - \alpha/m \cdot v_y^n v^n \Delta t \quad (16)$$