**核安全综合保障**

**基于SPH方法的U材料力学性能探究**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 姓名 |  | 梁屹 |
| 学号 |  | 201900501006 |

# 练习1：基于SPH方法的导数求解器

## 1.SPH方法基本原理

SPH方法采用光滑核函数，对Dirac delta函数进行近似。与Dirac delta函数可以表示函数类似，光滑核函数可以近似表示函数f(x)：

(1a)

经典的光滑核函数有三次样条、五次样条、钟形函数等，它们分别具有不同的近似精度。本练习中使用的光滑核函数是二维情况下的钟形函数:

(1b)

其中的由下式给出:

(1c)

通过光滑核函数表示的,在进行微分、积分运算的时候，可以转化成关于光滑核函数的一个黎曼和表达式，从而可以利用计算机进行数值模拟:

(1d)

## 2.基于 SPH方法的导数求解器原理

由公式(1d)，得到只有一个自变量x时候，表达式：

(2a)

自变量一维的时候，

(2b)

(2c)

上式中的为，是对求梯度，是对或者求梯度。则:

(2d)

由之前的表达式(1b)，可以计算出:

(2e)

其中，

(2f)

将式(2c),(2d),(2e)，代入式(2a),得到基于SPH方法计算导数的原理式:

(2g)

其中，

(2h)

## 可执行源代码

#include

import matplotlib.pyplot as plt

from sympy import \*

import math

#a,b=(input("请输入下界和上界:").split())

#d=(input("请输入维度:"))

#h=(input("请输入步长:"))

a=-math.pi\*2

b=math.pi\*2

d=1

dx=(b-a)/100

h=2\*dx

x=[]

y=[]

y1=[]

y2=[]

if d==1:

    a4=5/4/h

if d==2:

    a4=5/3.14/h/h

if d==3:

    a4=105/16/3.14/h/h/h

for i in range(0,100):

    x.append(a+i\*dx)

    y.append(sin(a+i\*dx))

    y2.append(cos(a+i\*dx))

for i in x:

    sum=0

    for j in x:

        if i!=j:

            r=abs((i-j))/h

            if r>1:

                dew=0

            else:

                dew=a4\*(1-r)\*(1-r)\*(-12\*r)\*(i-j)/sqrt((i-j)\*\*2)/h

                #dew=(3\*(1-r)\*\*3-((1-r)\*\*2)\*(1+3\*r))\*a4/h\*r/sqrt(r\*\*2)

                #print(dew)

            sum=sum+dx\*sin(j)\*dew

        #print(sum)

    y1.append(sum)

plt.xlabel("x")

plt.ylabel("y")

plt.plot(x,y)

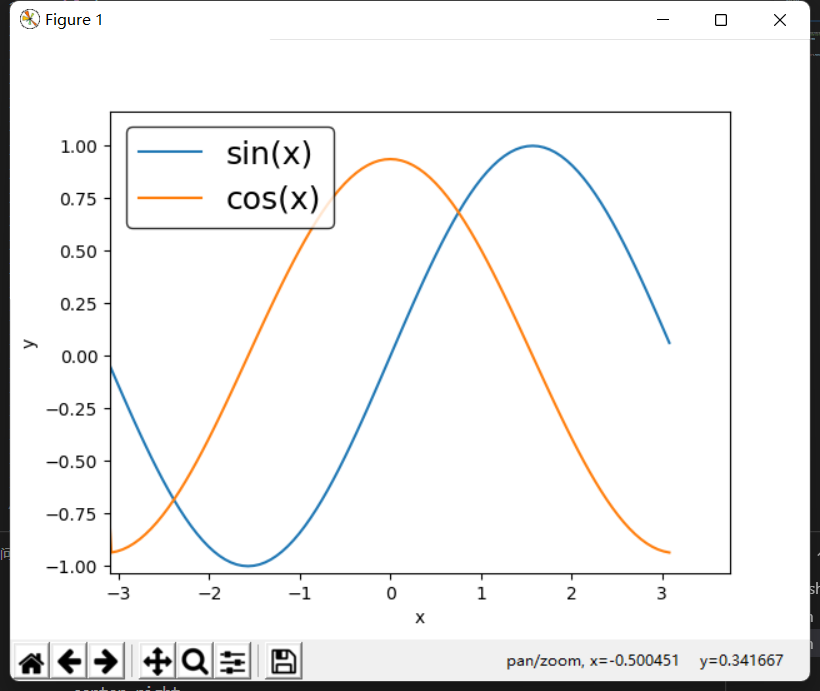
plt.plot(x,y1)

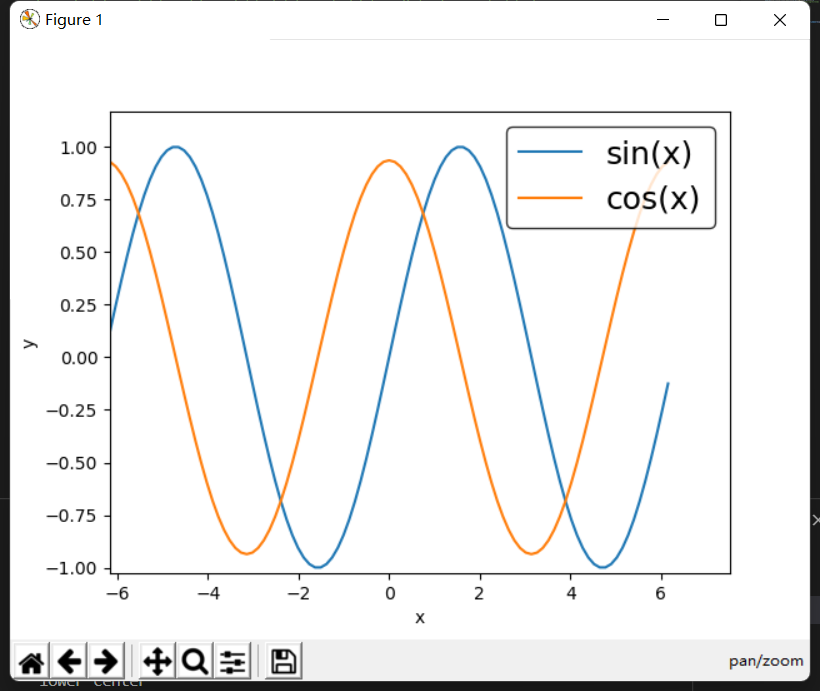
plt.legend([r"sin(x)",r"cos(x)"],fontsize=18,edgecolor="black",loc="low right",frameon=True)

#plt.plot(x,y2)

plt.show()

计算结果



练习2：三物块弹簧链接动力学计算

## 基本物理模型

计算在给定初始条件(1)、(2)下，此系统在0-10s内的位移-时间图像、能量-时间图像。

## 图示 描述已自动生成

1. v0=3m/s, x0=0m
2. v0=0m/s, x0=1m

## 2. 计算方法

将时间微分dt，根据t时刻的位移得出t时刻的加速度a，利用差分近似的原理求出t+dt时刻的速度v，根据t+dt时刻的位移和速度求a出t+2dt时刻的各个运动参量，依此类推得出全时间的运动参量。

求出各时刻的动能和弹性势能，验证是否满足能量守恒定律，验证结果的正确性。

## 可执行源代码

close all

clear;clc;

%初始条件

k=10;%弹簧弹性系数

m1=1;%kg

m2=2;

m3=3;

ek=0;

ep=0;

t=0:0.0001:10;

n=length(t);

e=zeros(n,1);

ek=zeros(n,1);

ep=zeros(n,1);

x1=zeros(n,1);x1(1)=1;%初始条件

x2=zeros(n,1);x2(1)=5;

x3=zeros(n,1);x3(1)=10;%初始条件

v1=zeros(n,1);v1(1)=0;

v2=zeros(n,1);v2(1)=0;

v3=zeros(n,1);v3(1)=0;

%差分计算

for i=1:n-1

%物块1

a1=k\*(x2(i)-x1(i)-5)/m1;%弹簧1原长5m，k=10N/m

%物块2

a2=-k\*(x2(i)-x1(i)-5)/m2+k\*(x3(i)-x2(i)-5)/m2;%弹簧1、2原长5m，k=10N/m

%物块3

a3=-k\*(x3(i)-x2(i)-5)/m3;%弹簧2原长5m，k=10N/m

x1(i+1)=x1(i)+v1(i)\*0.0001;

x2(i+1)=x2(i)+v2(i)\*0.0001;

x3(i+1)=x3(i)+v3(i)\*0.0001;

v1(i+1)=v1(i)+a1\*0.0001;

v2(i+1)=v2(i)+a2\*0.0001;

v3(i+1)=v3(i)+a3\*0.0001;

ek(i)=0.5\*m1\*v1(i)^2+0.5\*m2\*v2(i)^2+0.5\*m3\*v3(i)^2;

ep(i)=0.5\*k\*(x2(i)-x1(i)-5)^2+0.5\*k\*(x3(i)-x2(i)-5)^2;

e(i)=ek(i)+ep(i);

end

figure

plot(t,x1,'linewidth',2,'MarkerSize',2)

hold on

plot(t,x2,'linewidth',2,'MarkerSize',2)

hold on

plot(t,x3,'linewidth',2,'MarkerSize',2)

hold on

legend('m1','m2','m3')

xlabel('时间/s')

ylabel('位置/m')

set(gca,'fontsize',14);

figure

plot(t,ek,'linewidth',2,'MarkerSize',2)

hold on

plot(t,ep,'linewidth',2,'MarkerSize',2)

hold on

plot(t,e,'linewidth',2,'MarkerSize',2)

hold on

legend("动能","势能",'总能量')

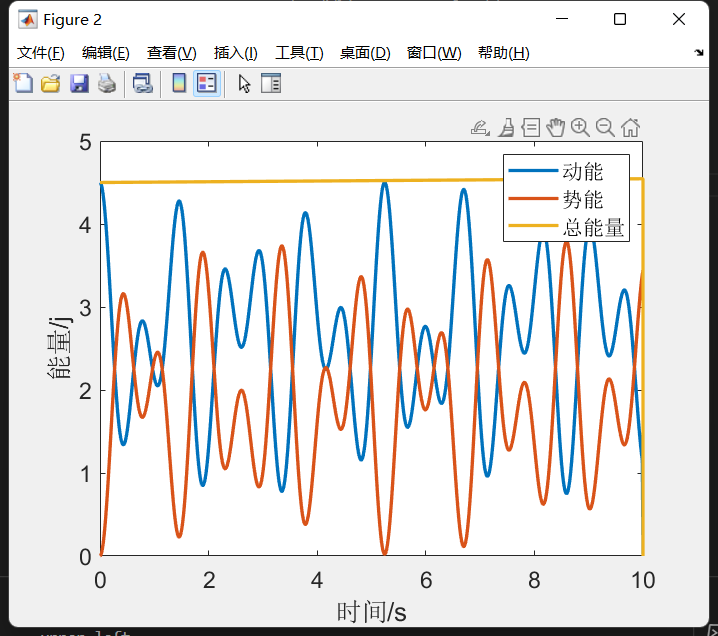
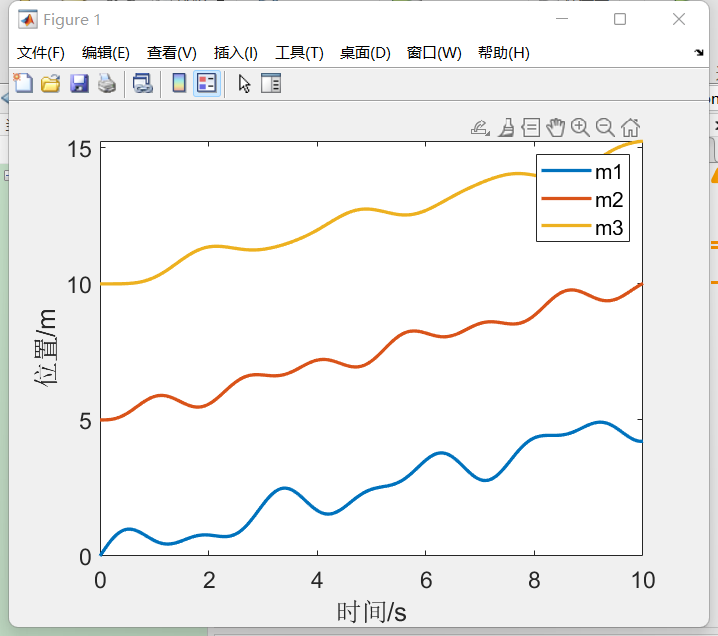
xlabel('时间/s')

ylabel('能量/j')

set(gca,'fontsize',14);

计算结果:

1. v0=3m/s, x0=0m



1. v0=0m/s, x0=1m

