TSSP 方法求解一维 G-P 方程

何翼成 *

April 18, 2022

Project 1

一　题目分析

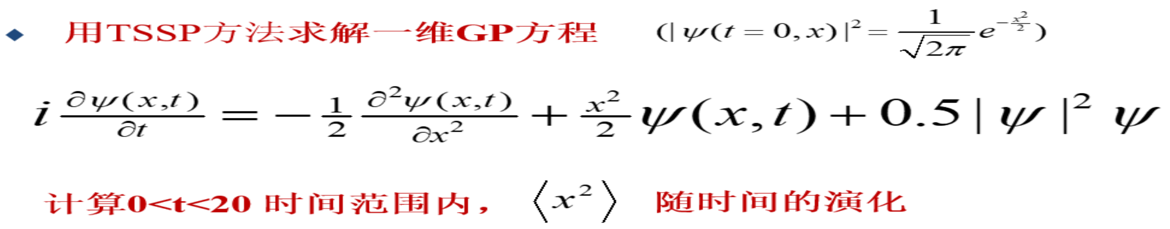

Figure 1: 题目总览

本题的思路是利用 Strang-Splitting Method 对该方程进行时间算子分裂法的求解，其中还要还要用到对一阶时间偏微分的近似进行求解。

二　代码展示

```
clear;clc;
a=-39;b=39;%求解范围
dx=0.1;%空间格点距离
M=(b-a)/dx;
x=a:dx:b;
phi20=1/sqrt(2*pi)*exp(-x.^2/2);%粒子初态
phi0=sqrt(phi20);
dt=0.1;
t=0:dt:20;%时间
tlength=length(t);
eps=1;%eps表示epsilon
phi_series=zeros(tlength,M+1);%存储phi(x,t)
phi_xx=zeros(1,M+1);%临时存储
phi_series(1,:)=phi0;
l=-M/2:1:M/2-1;
```

*学号:520072910043;
邮箱地址：heyicheng@sjtu. edu. cn

```
miu_l=2*pi*l/(b-a);%提前编号
phi_l=zeros(1,length(l));
phi_star2=zeros(1,length(x));
x2=zeros(1,tlength);

for nn=1:tlength-1
%处理第一部分
    %更新数据
    phi=phi_series(nn,:);
    phi2=phi.^2;
    %phi_pub=[0,phi,0];
%离散法求解二阶空间导数phi_xx
    %for num=1:M+1
        %phi_xx(num)=(phi_pub(num)+phi_pub(num+2)-2*phi_pub(num+1))/(dx)^2;
    %end
    %phi=phi+1i*eps/2*phi_xx*dt;
    %试用新方法
    phi=phi+1i*dt^3/2*phi;
%处理第二部分
    phi_star=exp(-1i*(x.^2/2+0.5*phi2)*dt/(2*eps)).*phi;
%phi_l是phi_star的傅里叶系数
    for ll=1:length(miu_l)
        phi_l(ll)=sum(phi_star.*exp(-1i*miu_l(ll)*(x-a)));
    end
%phi**的计算
    for num=1:length(x)
        phi_star2(num)=1/M*sum(exp(-1i*eps*dt.*miu_l.^2/2).*phi_l.*exp(1i*miu_l.*(x(num)-a)));
    end
%phi(n+1/2)的计算
    phi=exp(-1i*(x.^2/2+0.5*abs(phi_star2).^2)*dt/(2*eps)).*phi_star2;
%phi(n+1)的计算
    %phi_pub=[0,phi,0];
    %for num=1:M+1
     %   phi_xx(num)=(phi_pub(num)+phi_pub(num+2)-2*phi_pub(num+1))/(dx)^2;
    %end
    %phi=phi+1i*eps/2*phi_xx*dt;
    phi=phi+1i*dt^3/2*phi;
    %每一轮计算都进行归一化
    co=1/sqrt(sum(abs(phi).^2)*dx);
    phi_series(nn+1,:)=co*phi;%每一轮计算都进行归一化
    clc;
    disp("已完成第"+nn+"轮计算，总共有"+tlength+"轮，目前进度"+nn/tlength*100+"%")
%计算<x^2>的期望值
    x2(nn)=sum(abs(phi_series(nn,:)).^2.*x.^2*dx)/(sum(abs(phi_series(nn,:)).^2*dx));
    if nn==tlength-1
        nn=nn+1;
        x2(nn)=sum(abs(phi_series(nn,:)).^2.*x.^2*dx)/(sum(abs(phi_series(nn,:)).^2*dx));
        disp("已完成第"+nn+"轮计算，总共有"+tlength+"轮，目前进度"+nn/tlength*100+"%")
    end
```

```
end
plot(t,x2,'k')
xlabel('Time')
ylabel('<x^2>')
```

三　结果分析与结论

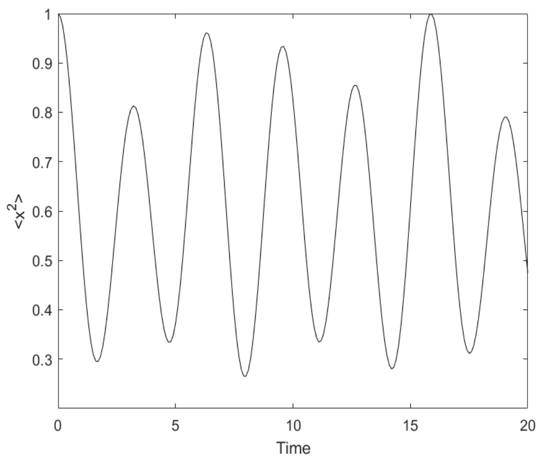

Figure 2: $<\mathrm{x}^2>$ $t \in [0, 20]$

由此可以得到 $< x^2 >$ 在 $t \in [0, 20]$ 的演化情况。