数値シミュレーション実験

第５回レポート

提出日　2025年７月３日

提出者　今村　優斗

学籍番号　2713240012-7

課題２

(3) A とB の間の水平方向の距離*d* は20*m* である．B が200*g* のボールをA に向かい，水平方向から上方35 度，初速度30*m/s* で投げた．同時にA が同じ重さのボールを投げて，1 秒後にB の投げたボールに当てたい．

(3-a)

A が投げたボールとB が投げたボールの*x*, *y* 座標の時間変化を表す解析解(*x*, *y* を*t* で表した関数) を求めよ．

解答：

導出過程とともに、解答を図1に示した。

ホワイトボードに書かれた文字

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

(3-b)

A は初速度*v*0 と角度*θ* をそれぞれいくらで投げたらよいか，その条件を求めよ．

解答：

テキスト, 手紙

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

(3-c)

2つのボールに対する運動方程式をつくり，対応する微分方程式をオイラー法を利用して計算し，A とB のボールの*x* 座標の時間変化，*y* 座標の時間変化を，それぞれグラフにせよ．レポートには作成したプログラムも含めよ．重力加速度は*g* = 9*.*8*m/s*2 としなさい．

解答：

#include <stdio.h>

#include <math.h>

#define N 100

#define PI 3.1415

double xa[N+1],xb[N+1],ya[N+1],yb[N+1];

double vxa[N+1],vxb[N+1],vya[N+1],vyb[N+1];

double dxadt[N+1],dxbdt[N+1],dyadt[N+1],dybdt[N+1],dvxadt[N+1];

double dvxbdt[N+1],dvyadt[N+1],dvybdt[N+1];

double dt,m,a\_theta,b\_theta,g,v0;

double fdxadt(){

    return (v0\*cos(a\_theta));

}

double fdyadt(double t){    //tの単位はs

    return (v0\*sin(a\_theta)-g\*t);

}

double fdxbdt(){

    return (30.0\*cos(b\_theta));

}

double fdybdt(double t){

    return (30.0\*sin(b\_theta)-g\*t);

}

double fdvxadt(){

    return 0;

}

double fdvyadt(){

    return -g;

}

double fdvxbdt(){

    return 0;

}

double fdvybdt(){

    return -g;

}

int main(void){

    xa[0]=0.0;

    ya[0]=0.0;

    xb[0]=20.0;

    yb[0]=0.0;

    vxa[0]=v0\*cos(a\_theta);

    vya[0]=v0\*sin(a\_theta);

    vxb[0]=v0\*30.0\*cos(b\_theta);

    vyb[0]=30\*sin(b\_theta);

    m=0.2;

    a\_theta=105.0\*(PI/180.0);

    b\_theta=35.0\*(PI/180.0);

    g=9.8;

    v0=17.8;

    dt=1.0/N;

    printf("%lf %lf %lf %lf %lf\n",dt\*0,xa[0],ya[0],xb[0],yb[0]);

    for(int i=0;i<N;i++){

        dxadt[i]=fdxadt();

        dyadt[i]=fdyadt(i\*dt);

        dxbdt[i]=fdxbdt();

        dybdt[i]=fdybdt(i\*dt);

        dvxadt[i]=fdvxadt();

        dvyadt[i]=fdvyadt();

        dvxbdt[i]=fdvxbdt();

        dvybdt[i]=fdvybdt();

        xa[i+1]=xa[i]+dxadt[i]\*dt;

        xb[i+1]=xb[i]-dxbdt[i]\*dt;

        ya[i+1]=ya[i]+dyadt[i]\*dt;

        yb[i+1]=yb[i]+dybdt[i]\*dt;

        vxa[i+1]=vxa[i]+dvxadt[i]\*dt;

        vxb[i+1]=vxb[i]+dvxbdt[i]\*dt;

        vya[i+1]=vya[i]+dvyadt[i]\*dt;

        vyb[i+1]=vyb[i]+dvybdt[i]\*dt;

        printf("%lf %lf %lf %lf %lf\n",dt\*(i+1),xa[i+1],ya[i+1],xb[i+1],yb[i+1]);

    }

    return 0;

}

グラフ, 折れ線グラフ

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

(4)

A は湖岸にある高さ*h* = 100*m* の塔の上にいる．そこから上方角度30 度，秒速20*m* で重さ300*g* のボールを湖に向けて投げた．

(4-a)

ボールの*x*,*y* 座標の時間変化を表す解析解を求めよ．

解答：

(4-b)

オイラー法を利用し，ボールの運動方程式を解くプログラムを作成し，ボールが湖上に到達するまでの軌跡を描く図を作成しなさい．重力加速度は*g* = 9*.*8*m/s*2 とし，レポートには作成したプログラムのソースも含めること．

解答：

#include <stdio.h>

#include <math.h>

#define N 100

#define PI 3.1415

double x[N+1],y[N+1],vx[N+1],vy[N+1],dxdt[N+1],dydt[N+1],dvxdt[N+1],dvydt[N+1];

double dt,h,g,theta;

double fdxdt(){

    return (20.0\*cos(theta));

}

double fdydt(double t){

    return (20.0\*sin(theta)-g\*t);

}

double fdvxdt(){

    return 0;

}

double fdvydt(){

    return -g;

}

int main(void){

    dt=5.7/N;

    theta=30.0\*(PI/180.0);

    h=100.0;

    g=9.8;

    x[0]=0.0;

    y[0]=h;

    vx[0]=20.0\*cos(theta);

    vy[0]=20.0\*sin(theta);

    printf("%lf %lf %lf\n",dt\*0,x[0],y[0]);

    for(int i=0;i<N;i++){

        dxdt[i]=fdxdt();

        dydt[i]=fdydt(i\*dt);

        dvxdt[i]=fdvxdt();

        dvydt[i]=fdvydt();

        x[i+1]=x[i]+dxdt[i]\*dt;

        y[i+1]=y[i]+dydt[i]\*dt;

        vx[i+1]=vx[i]+dvxdt[i]\*dt;

        vy[i+1]=vy[i]+dvydt[i]\*dt;

        printf("%lf %lf %lf\n",dt\*(i+1),x[i+1],y[i+1]);

    }

    return 0;

}

グラフ

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

課題３

質量*m* = 0*.*2*kg* の物体がばね定数*k* = 7*.*2*N/m* のばねに固定されているとき，物体の運動方程式は，

となる．ばねの方向を*x* 軸に選べば，

である．ここで，物体の位置*x* = 0 のときがバネの自然長とする．

*x* = *x*0 で物体を離したとすると，初期条件は，

となる．*x*0 = 20*cm* の場合の物体の運動を，オイラー法を使って計算するプログラムを作り，位置や速度の時間変化を示す図を作成しなさい．また，この微分方程式の解析解を求め，オイラー法を使った計算結果と比較し，結果が異なる理由を説明せよ．

解答：

#include <stdio.h>

#include <math.h>

#define N 1000

#define PI 3.1415

double x[N+1],v[N+1],dvdt[N+1];

double dt,k,m;

double fdvdt(double x){

    return (-(k\*x)/m);

}

int main(void){

    x[0]=0.2;

    dt=10.0/N;

    k=7.2;

    m=0.2;

    v[0]=0.0;

    printf("%lf %lf %lf\n",dt\*0,x[0],v[0]);

    for(int i=0;i<N;i++){

        dvdt[i]=fdvdt(x[i]);

        x[i+1]=x[i]+v[i]\*dt;

        v[i+1]=v[i]+dvdt[i]\*dt;

        printf("%lf %lf %lf\n",dt\*(i+1),x[i+1],v[i+1]);

    }

    return 0;

}

グラフ, 折れ線グラフ

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

グラフ

AI 生成コンテンツは誤りを含む可能性があります。

課題4

はじめに， *⃗ rij* について*x*, *y* 成分を，原子*i* の座標(*xi, yi*) および，原子*j* の座標(*xj , yj*) を使っ

て表した式を作り，次に，*rij* について，同様に原子*i* と*j* の座標を使って表した式を作る．次に，

*⃗Fbond,i* および， *⃗Fbond,j* について，それぞれの*x*, *y* 成分を，*rij* と，原子*i* と*j* の座標を使って表

現した式として示せ．