**Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого**

**Институт прикладной механики и математики**

Курсовая работа по программированию

«ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ И ПОСТРОЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ

КОЛИЧЕСТВА ЧАСТИЦ ОТ ВРЕМЕНИ»

Выполнил студент 2 курса:

Васильева Анастасия Юрьевна

2017

Оглавление

1. Введение………………………………………………..…….…….……………………………………2

2. Описание моделируемого процесса …………………….…….……......................3

3. Вид модели…………………………………………………………….………………………………..11

4. Выбор пакета моделирования……………………..............................................13

5. Выводы……………………………………………………………………………………………………..13

6. Литература………………………………………………………………………………………………..14

-1-

**Глава 1**

Введение

**Математической моделью** называется приближённое описание какого-либо процесса или явления внешнего мира, выраженное с помощью математической символики.

Типовая модель процесса подбирается на основании имеющихся сведений об условиях проведения рассматриваемого процесса в аппарате выбранного типа.

При выборе модели необходимо учитывать следующее:

а) модель должна наиболее полно отражать характер вещества при одновременно достаточно простом математическом описании;

б) параметры модели могут быть определены экспериментально или расчётным способом;

**Цель данной курсовой работы** – создать модель поведения идеального газа в двухмерном сосуде с открытым отверстием.

**Актуальность темы.**

Решение важных теоретических и прикладных задач механики сплошных сред практически невозможно без математического моделирования. Основной элемент решений которых строятся с помощью предложенного подхода.

-2-

**Глава 2**

Описание моделируемого процесса

В данной курсовой работе мы рассмотрим **идеальный газ** — математическая модель газа, в которой предполагается, что потенциальной энергией молекул можно пренебречь по сравнению с их кинетической энергией. Между молекулами не действуют силы притяжения или отталкивания, соударения со стенками сосуда абсолютно упруги, а время взаимодействия между молекулами пренебрежимо мало по сравнению со средним временем между столкновениями.

**Понятие об идеальном газе** является практически удобной **абстракцией.** Такое понятие дало возможность построить молекулярно-кинетическую теорию, рассмотреть вопросы о вычислении теплоемкостей, явленияпереноса и др. В определенных границах выводы этой теории хорошо подтверждаются экспериментами.

Модель широко применяется для решения задач термодинамики газов и задач аэрогазодинамики. Например, воздух при атмосферном давлении и комнатной температуре с большой точностью описывается данной моделью. В случае экстремальных температур или давлений требуется применение более точной модели, например модели газа Ван-дер-Ваальса, в котором учитывается притяжение между молекулами. Данная модель описывает поведение частиц в двухмерном сосуде, а конкретно, показывает зависимость вылетания этих частиц через щель. Входными параметрами будут являться количество частиц и температура газа.

Процесс движения идеального газа описывается уравнениями, задающими компоненты скоростей, подчиняющимся распределению Максвелла:

//задаем массив скоростей по X

while (massivx.length<n){

a=Math.random()\*2;

b=Math.random()\*2;

position = surface(a, b);

-3-

if((Math.exp(-(position.x\*position.x)/(2\*T))\*(position.x\*position.x))>position.y) {

massivx.push(position.x);

}

} //задаем массив скоростей по Y

while (massivy.length<n){

a=Math.random()\*2;

b=Math.random()\*2;

position = surface(a, b);

if((Math.exp(-(position.x\*position.x)/(\*T))\*(position.x\*position.x))>position.y) {

massivy.push(position.x);

//------------------

<!DOCTYPE html>

<html>

<head>

<title>Laboratory work of Canvas</title>

<style>

#canvas {

display: block;

margin: 0;

border: 1px solid #000;

}

</style>

<script type="text/javascript">

function graph() {

var dps = [];

var chart = new CanvasJS.Chart("chartContainer",{

-4-

title :{

text: "N(t)"

},

data: [{

type: "line",

dataPoints: dps

}]

});

var xVal = 0;

var yVal = 0;

var j=0;

var updateInterval = 1000;

var dataLength = 0;

var updateChart = function(count) {

count = count || 1;

for(j = 0; j < count; j++) {

yVal = n - counter;

dps.push({

x: xVal,

y: yVal

});

xVal++;

};

chart.render();

if (yVal==0){clearInterval(drawing);}

};

updateChart(dataLength);

vardrawing = setInterval(function(){updateChart()}, updateInterval);

-5-

}

</script>

<script type="text/javascript"

src="http://canvasjs.com/assets/script/canvasjs.min.js"></script>

</head>

<body>

<div id="chartContainer" style="height: 300px; width:50%;">

</div>

<canvas id="canvas"></canvas>

<input id="pole" value=""><br>

<input id="partcount" value="Enter number of parcticles"><br>

<input id="temperature" value="Enter temperature"><br>

<button onclick="counter=0; n=partcount.value; T=temperature.value;

init(); graph();">Submit</button>

<script>

var W, H, ctx, n;

var counter = 0;

var massivx=[], massivy=[], a, b, T;

var k=38\*Math.pow(10, -23);

var timer = 0;

var Circle = function(x,y,radius, color, vx, vy){

this.x = x;

this.y = y;

this.r = radius;

this.color = color;

this.vx = vx;

this.vy = vy;

};

-6-

var circles = [];

function surface(a, b) {

return{

x: a\*10,

y: b\*10

};

}

function init(){

var canvas = document.getElementById("canvas");

canvas.width = window.screen.width/2;

canvas.height = window.screen.height/2;

ctx = canvas.getContext('2d');

var pole = document.getElementById("pole");

W = canvas.width;

H = canvas.height;

//задаем массив скоростей по X

while(massivx.length<n){

a=Math.random()\*2;

b=Math.random()\*2;

position = surface(a, b);

if ((Math.exp(-(position.x\*position.x)/(2\*T))\*(position.x\*position.x))>position.y) {

massivx.push(position.x);

}

}

//задаем массив скоростей по Y

while (massivy.length<n){

a=Math.random()\*2;

b=Math.random()\*2;

-7-

position = surface(a, b);

if ((Math.exp(-(position.x\*position.x)/(2\*T))\*(position.x\*position.x))>position.y) {

massivy.push(position.x);

}

}

for (var i=0;i<n;i++)

{

var randomRadius = Math.random()\*200;

var randomColor = 'rgb(' + Math.floor(0) + ','+ Math.floor(0) +

',0)';

var newCircle = new Circle(W/2-randomRadius,

H/2-randomRadius,

4,

randomColor,

massivx[i], //скорость vx

massivy[i] // скорость vy

);

circles.push(newCircle);

}

setInterval("draw()", 1000/66);

}

function draw(){ // START draw()

ctx.clearRect(0,0,W,H);

for (var i=0;i<n;i++) // START FOR

{

var tempCircle = circles[i];

tempCircle.x += tempCircle.vx;

tempCircle.y += tempCircle.vy;

-8-

ctx.fillRect(W/8, H-3, W/2.75, H-3);

if ((tempCircle.y+tempCircle.r) > H && (tempCircle.x+tempCircle.r) >

(W/8) && (tempCircle.x+tempCircle.r) < (W/2)){

delete tempCircle.x

delete tempCircle.y;

delete tempCircle.r;

delete tempCircle.color;

delete tempCircle.vx;

delete tempCircle.vy;

counter++;

pole.value=counter;

}

if ((tempCircle.y+tempCircle.r) > H || (tempCircle.y-tempCircle.r) <

0)

{

tempCircle.vy = -tempCircle.vy;

}

if ((tempCircle.x+tempCircle.r) > W || (tempCircle.x-tempCircle.r) <

0)

{

tempCircle.vx = -tempCircle.vx;

}

ctx.beginPath();

ctx.arc(tempCircle.x, tempCircle.y, tempCircle.r, 0, 2\*Math.PI,

false);

ctx.fillStyle = tempCircle.color;

ctx.fill();

} // END FOR

-9-

} // END draw()

</script>

</body>

</html>

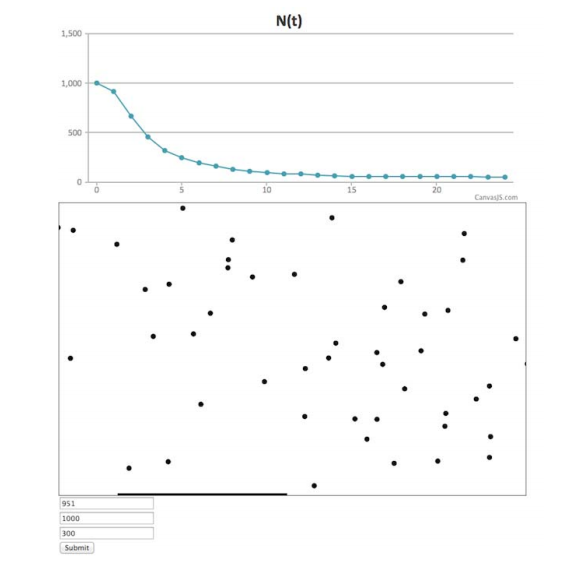


Рисунок 1

**Работа программы**

-10-

**Глава 3**

Вид модели

В широком смысле слова, **модель** – это любой образ (мысленный или предметный), замещающий рассматриваемый объект при его изучении. В зависимости от типа образа, замещающего моделируемый технологический объект, данная модель относится к **абстрактным математическим моделям.** Абстрактные модели основываются на описании технологического объекта на языке символов в той или иной области науки путём отвлечения от несуществующих признаков.

Процесс исследования технологического объекта с помощью абстрактных моделей включает три этапа:

1. построение описательной модели процесса или устройства;

2. запись информационной модели с помощью определённой системы символов;

3. исследование функционирования созданной абстрактной модели различными методами анализа.

По характеру отображаемых свойств данная абстрактная модель является **функциональной.** Функциональные математические модели предназначены для отображения физических и информационных процессов, протекающих в технологическом объекте при его функционировании. В общем случае они представляют собой системы уравнений, связывающие внутренние (характеризующие свойства отдельных переменных, их взаимосвязь и взаимодействие), выходные (получаемые при функционировании технического объекта) и внешние (характеризующие внешнюю среду, в которой происходит функционирование технического объекта) параметры объекта.

По характеру моделируемого процесса рассматриваемая модель относится к **детерминированным**, так как она позволяет, исключая влияние на процесс случайных характеристик, однозначно вычислить значения выходных величин по известным входным параметрам.

По целям исследования описываемая модель является **дескриптивной,** т.е.

-11-

**описательной.** Математическое моделирование идеального газа заключается в расчете значений компонент скоростей частиц газа. По способу определения параметров модель является **алгоритмической** в силу того, что в её основе лежит составление эффективного алгоритма для решения задачи при помощи компьютера.

Данную модель получают **эмпирически,** так для построения модели используются экспериментальные данные.

Так как в задаче рассматривается простейший физический процесс, то по принадлежности к иерархическому уровню описания объекта модель относится к **микроуровню** (типовые процессы – гидродинамические, теплофизические, массообменные, химические, биологические - обычно рассматриваются как нижний или элементарный уровень иерархии, неподлежащий дальнейшему раcчленению).

По порядку расчета описываемая модель является **прямой.** Её применение позволяет установить кинетические, статические и динамические закономерности процесса.

По классификации объектов математического моделирования, объекты данной модели являются **объектами с высокой степенью информации**. Их модели строят методами математического моделирования и реализуют на компьютерах, уточняя параметры по результатам испытаний реальных объектов.

Данная математическая модель описывает реальный процесс разлета частиц идеального газа внутри двухмерного сосуда.

-12-

**Глава 4**

Выбор пакета моделирования

Моделирование было выполнено на языку JavaScript, а конкретно был использован элемент HTML5 Canvas. Для построения графика зависимости количества частиц от времени была использована библиотека <http://canvasjs.com/assets/script/canvasjs.min.js>

**Выводы**

В данной курсовой работе дана характеристика математической модели идеального газа

Также приведён пример моделирования рассматриваемого процесса на языке JavaScript.

-13-

Литература

1 Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1981.—400с

2 Дэвид Флэнаган. JavaScript. Подробное руководство,2008. – 992 с

-14-