



федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Курсовая работа по программированию

«ИДЕАЛЬНЫЙ ГАЗ И ПОСТРОЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ

КОЛИЧЕСТВА ЧАСТИЦ ОТ ВРЕМЕНИ»

Выполнил студент 2 курса:

Вальков Михаил Михайлович

Преподаватель:

Алексеев Алексей Алексеевич

Москва 2016

Оглавление

1. Введение.....	
2. Описание моделируемого процесса	
3. Вид модели.....	
4. Выбор пакета моделирования.....	
5. Выводы.....	
6. Литература.....	

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. Основным элементом решений которых строятся с помощью предложенного подхода:

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, явления переноса 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 (massi vx. 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) {
        massi vx. push(position.x);
    }
}
//задаем массив скоростей по Y
while (massi vy. 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) {
        massi vy. 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", {
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);
var drawing = setInterval (function(){updateChart()}, updateInterval);
}
</scri pt>
<scri pt type="text/j avascr i pt"
src="http://canvasj s.com/assets/scri pt/canvasj s.mi n.j s"></scri pt>
</head>
<body>
<di v id="chartContai ner" style="hei ght: 300px; wi dth: 50%; ">
</di v>
<canv as id="canv as"></canv as>
<i nput id="pole" value=""><br>
<i nput id="partcount" value="Enter number of parcti cles"><br>
<i nput id="temperature" value="Enter temperature"><br>
<but ton onclick="counter=0; n=partcount.val ue; T=temperature.val ue;
i ni t(); graph();">Submi t</but ton>
<scri pt>
var W, H, ctx, n;
var counter = 0;
var massi vx=[], massi vy=[], a, b, T;
var k=38*Math. pow(10, -23);
var timer = 0;
var Circle = functi on(x, y, radi us, col or, vx, vy){
this. x = x;
this. y = y;
this. r = radi us;
this. col or = col or;
this. vx = vx;
this. vy = vy;
};
var circles = [];
functi on surface(a, b) {
return {
x: a*10,
y: b*10
};
}
functi on i ni t(){
var canv as = document. getEl ementByI d("canv as");
canv as. wi dth = wi ndow. screen. wi dth/2;
canv as. hei ght = wi ndow. screen. hei ght/2;
ctx = canv as. getContex t(' 2d');
var pole = document. getEl ementByI d("pole");
W = canv as. wi dth;
H = canv as. hei ght;
//задаем массив скоростей по X
whi le (massi vx. l engh t<n){
a=Math. random()*2;
b=Math. random()*2;
posi ti on = surface(a, b);
if ((Math. exp(-
(posi ti on. x*posi ti on. x)/(2*T))* (posi ti on. x*posi ti on. x))>posi ti on. y) {
massi vx. push(posi ti on. x);

```

```

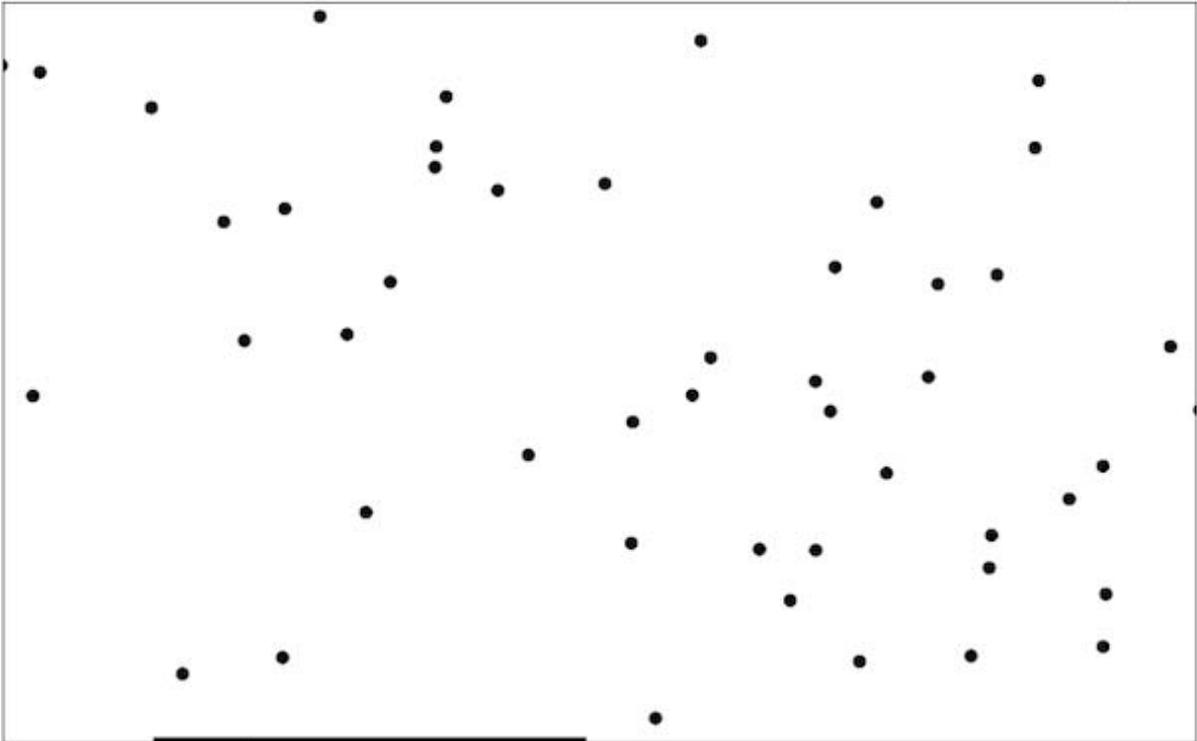
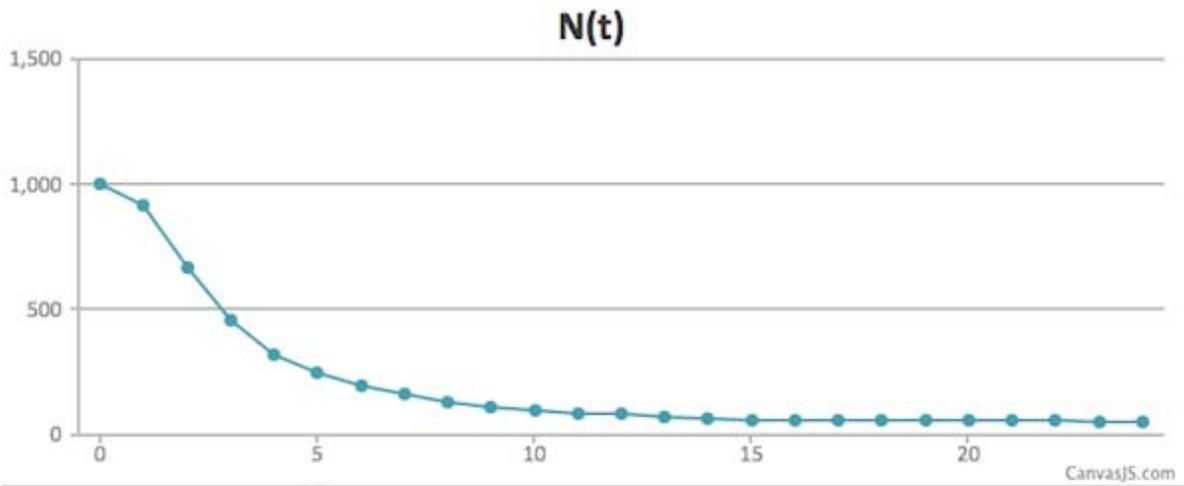
}
}
//задаем массив скоростей по Y
while (massi vy.length<n){
a=Math.random()*2;
b=Math.random()*2;
position = surface(a, b);
if ((Math.exp(-
(position.x*position.x)/(2*T))*(position.x*position.x))>position.y) {
massi vy.push(position.x);
}
}
for (var i=0; i<n; i++)
{
var randomRadius = Math.random()*200;
var randomColor = 'rgb(' + Math.floor(0) + ',' + Math.floor(0) +
',0)';
var newCircle = new Circle(W/2-randomRadius,
H/2-randomRadius,
4,
randomColor,
massi vx[i], //скорость vx
massi vy[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;
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  
} // END draw()  
</scri pt>  
</body>  
</html >
```



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. **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 разчленению).

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.

Глава 4

Выбор пакета моделирования

Моделирование было выполнено на языке 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.

Литература

- 1 Матвеев А.Н. Молекулярная физика. М.: Высшая школа, 1981.—400 с
- 2 Дэвид Флэнаган.JavaScript. Подробное руководство,2008. – 992 с.