**Министерство образования и науки  
Российской Федерации**

**Федеральное агентство по образованию**

**Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования**

**Череповецкий государственный университет**

**Кафедра физики  
Лабораторный практикум  
по курсу**

**«Молекулярная физика и термодинамика»**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1МФ**

**«Изучение закона Максвелла для распределения молекул**

**идеального газа по скоростям»**

**Выполнил:**

**студент гр.** 1ИВТпб-01-11оп

Климов А.Г. **Проверил: преподаватель**

Сазонова Е.В. **Отметка о зачете:**

**Череповец,**

**2015**

**Содержание отчета  
по лабораторной работе.**

1. **Цель работы.**
2. **Краткая теория.**
3. **Рабочие формулы и смысл символов в них.**
4. **Схема установки.**
5. **Метрологическая карта средств измерений.**
6. **Экспериментальные результаты в виде таблиц, графиков и т.д.**
7. **Таблицы вычислений результатов погрешностей.**
8. **Описание и обсуждение полученных результатов.**
9. **Выводы. Запись конечного результата.**
10. **Литература.**

**Цель работы:**

1.Ознакомиться с компьютерными методами решения задач по молекулярной (статистической) физике с помощью программы Mathcad и “Открытая физика».

2.Построить и исследовать функцию распределения Максвелла по скоростям, изучить влияние температуры на форму и высоту кривой, на положение максимума функции распределения.

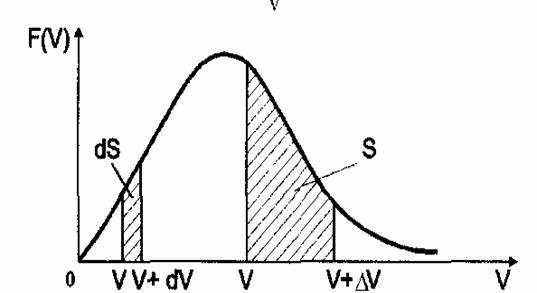
3.Рассчитать долю молекул, обладающих скоростями в каком либо интервале, определить среднюю, наиболее вероятную и среднюю квадратичную скорости молекул.

**Краткая теория:**

Закон распределения молекул идеального газа по скоростям (*закон Максвелла)* определяет вероятное количество dN молекул из полного их числа N в данной массе газа, которые имеют при данной температуре Т скорости, заключенные в интервале от *υ* до *υ + dυ:*

****

На рис. изображена кривая закона распределения молекул по скоростям.

Функция распределения молекул газа по скоростям имеет вид:



где *υ* - модуль скорости молекул, м/с;

*Т* - абсолютная температура, градусы Кельвина, К;

*М* - молярная масса, кг/моль, численно равная молекулярной массе;

*R* = 8,3144 Дж/(моль•К) - универсальная газовая постоянная в системе СИ.

Относительное количество *ΔN/N* молекул,скорости которых лежат в интервале от *υ* до *υ+Δυ* численно равно площади S заштрихованной криволинейной трапеции.

.

Здесь *υ*– абсолютное значение скорости молекулы, *М* – молярная масса молекулы, Т – абсолютная температура, Δ*N*– число молекул (из общего числа *N* ), скорости которых заключены в пределах от *υ* до *υ+Δυ*.

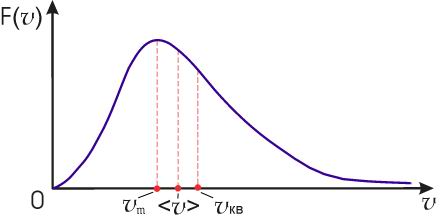
Площадь, ограниченная кривой f(υ) и осью абсцисс на всем интервале возможных значений модуля скорости *υ*, равна 1, и определяется значением интеграла вида (условие нормировки) :



С увеличением температуры газа максимум кривой распределения смещается в сторону больших скоростей, а его абсолютная величина уменьшается.

Характерными точками графика функции распределения являются:

наиболее вероятная скорость υв, определяемая по формуле: 

средняя скорость молекул: 

средняя квадратичная скорость молекул: . Максимум функции *f(υ)* достигается при *υ = υB*.

**Рабочие формулы:**











где m – масса;

k – постоянная Больцмана;

T – температура;

v – скорость.

**Ход работы:**

Табл.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***№ п/п*** | ***Т1К*** | ***Т2,К*** | ***Т3,К*** | ***υ1м/с*** | ***υ2 м/с*** | ***t1,°C*** | ***t2,°C*** | ***газ*** |
| **7.** | 330 | 550 | 1550 | 1200 | 1300 | 25 | 80 | Углекислый газ |

**Задание 1:** С помощью программы Mathcad постройте графики зависимости функции распределения Максвелла по скоростям *f(υ)* (1) при температурах Т1, Т2, Т3 (см табл.1. *Ваш вариант соответствует порядковому номеру вашей фамилии в журнале группы*). Проанализируйте, как меняется форма, положение максимума и высота кривой функции распределения при увеличении температуры. Найдите максимумы функции. Сделайте выводы. Опишите их в отчете.

**Выполнение задания:**



Масса (Углекислый газ)



Постоянная Больцмана



Функция распределения Максвелла



Максимум функции распределения Максвелла









**Вывод:**

При увеличении температуры: функция распределения возрастает по горизонтали и убывает по вертикали; положение максимума и высота кривой уменьшаются.

Значение максимума функции увеличивается с увеличением температуры.

**Задание 2:** Найдите долю молекул газа, имеющих скорости от *υ*1 до *υ*2 м/с, при температурах t1 и t2 (см табл.1). Проанализируйте, как изменится доля молекул с изменением температуры. Проверьте условие нормировки. Сделайте вывод.

**Вычисления:**

*t1*=25*°C*=(25+273) К= 298 К

*t2*=80*°C*=(80+273) К= 353 К

Доля молекул газа





**Вывод:**

С увеличением температуры доля молекул возрастает. Условие нормировки выполняется.

**Задание 3:** Вычислите среднюю, среднеквадратичную и наиболее вероятную скорости при температурах Т1, Т2, Т3. Результаты вычислений запишите в таблицу. Проанализируйте полученные результаты. Сделайте вывод.

**Расчёты:** средней, среднеквадратичной скоростей. Значения наиболее вероятной скорости возьмём из первого задания.



















Табл.2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Средняя скорость | Среднеквадратичная скорость | Наиболее вероятная скорость |
| 432,491 | 432,491 | 353,127 |
| 558,343 | 558,343 | 455,885 |
| 937,315 | 937,315 | 765,315 |

**Вывод:**

Значения средней и среднеквадратичной скорости равны. Наиболее вероятная скорость отличается от средней и среднеквадратичной, т.к. наиболее вероятная скорость - это скорость, вблизи которой на единичный интервал скоростей приходится наибольшее число молекул. Различия объясняются тем, что скорость отдельной молекулы с течением времени может меняться, однако доля молекул со скоростями в некотором интервале скоростей остается неизменной.

**Задание 4:** Используя модель «Распределение Максвелла» (программа «Открытая физика») проведите **качественный** компьютерный эксперимент:

1. Проследите, как изменяется кривая распределения Максвелла, среднеквадратичная и наиболее вероятная скорости при увеличении (уменьшении) температуры.

2. Измените скорость молекул. Зеленым цветом окрашены молекулы, которые имеют эту заданную скорость. Как меняется число молекул при приближении (удалении) значения скорости к значению среднеквадратичной скорости. Сравните полученные выводы, с результатами, полученными в 1 части работы.

**Вывод:**

1. Среднеквадратичная скорость остаётся неизменной.

Наиболее вероятная скорость: максимум кривой будет смещаться вправо при повышении температуры и влево при понижении температуры.

2. Число молекул увеличивается при приближении и уменьшается при отдалении значения скорости к значению среднеквадратичной скорости.

**Вывод к работе:**

1.Ознакомился с компьютерными методами решения задач по молекулярной (статистической) физике с помощью программы Mathcad и “Открытая физика»;

2.Построил и исследовал функцию распределения Максвелла по скоростям, изучил влияние температуры на форму и высоту кривой, на положение максимума функции распределения.

3.Рассчитал долю молекул, обладающих скоростями в каком либо интервале, определил среднюю, наиболее вероятную и среднюю квадратичную скорости молекул.