МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 16

ОЗНАКОМЛЕНИЕ СО СТАТИСТИЧЕСКИМИ ЗАКОНОМЕРНОСТЯМИ НА МЕХАНИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Описание лабораторной работы представлено в УМК:

1. Описание, краткая теория, порядок выполнения

Н.Б.Бутко, С.П.Степина «Лабораторный практикум по курсу «Общая физика. Молекулярная физика и термодинамика»

2. Вопросы к допуску

Н.Б.Бутко, С.П.Степина «Молекулярная физика и термодинамика. Вопросы и задания для самостоятельной работы»

3. Вопросы к защите

Н.Б.Бутко, С.П.Степина «Молекулярная физика и термодинамика. Вопросы и задания для самостоятельной работы»

4. Задания для самостоятельного решения (ДЗ выполняется по вариантам)

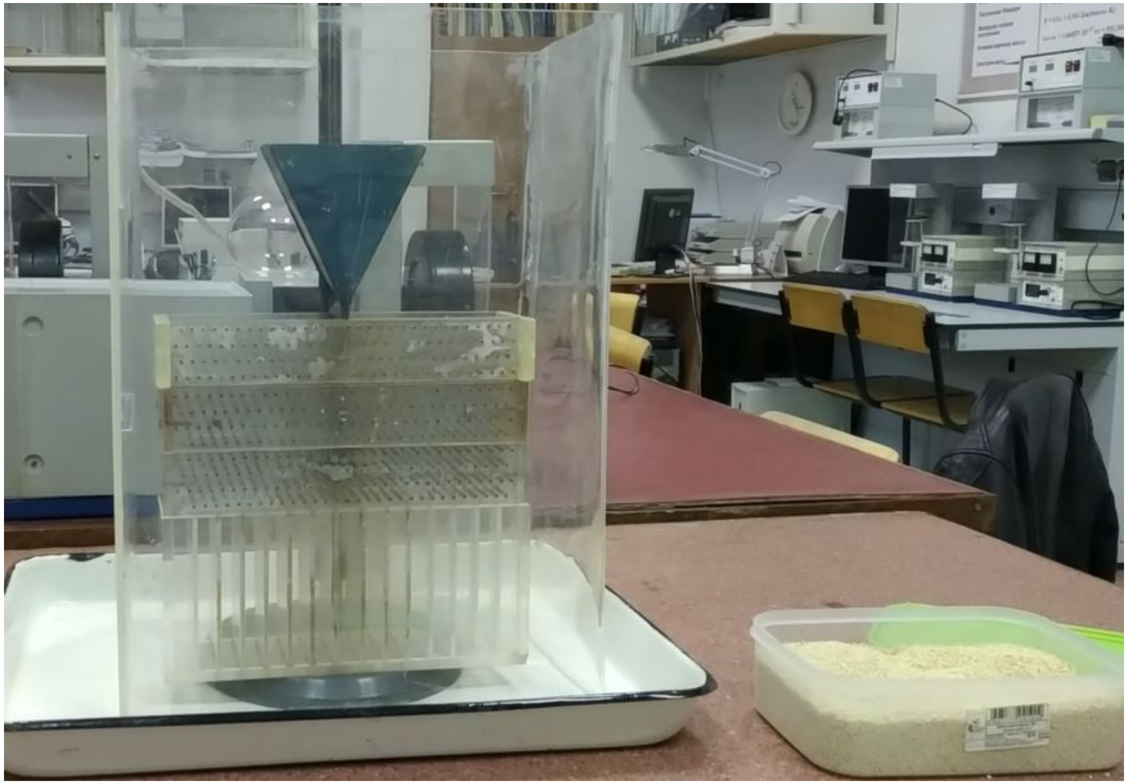
Н.Б.Бутко, С.П.Степина «Молекулярная физика и термодинамика. Вопросы и задания для самостоятельной работы»

Цель работы:

Экспериментальная проверка закона распределения Гаусса.

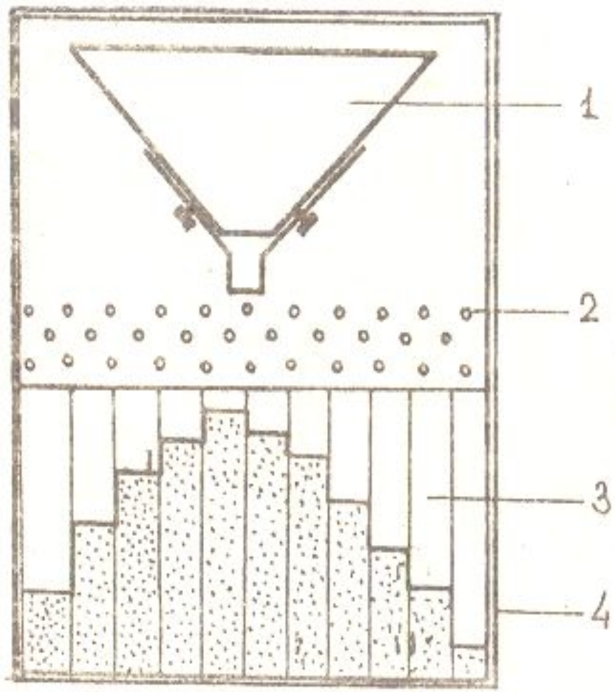
Оборудование:

Ящик, разделенный на узкие вертикальные ячейки, воронка, сыпучий материал (пшено).



Описание установки

Прямоугольная воронка 1 с узкой щелью шириной 2-3 мм в нижней части заполняется сыпучим материалом (пшеном). Высыпаясь из воронки, зерно собирается на дне ящика, разделенном на узкие вертикальные ячейки 3.



На пути узкого потока частиц, падающего из отверстия воронки, ставится ряд сеток 2. Каждый блок содержит четыре ряда сеток. Сетки представляют собой отрезки стальных стержней, расположенных параллельно щели воронки на расстоянии 7 мм друг от друга.

Сетки располагаются одна под другой со смещением на половину периода, так что стержень каждой последующей сетки приходится на середину промежутка предыдущей. Все отдельные детали модели установлены в прямоугольном ящике с прозрачными передней и задней стенками 4.

При соударениях частиц со стержнями происходит их отклонение от вертикали с равной вероятностью вправо и влево. Таким образом, воспроизводится **закон нормального распределения случайных отклонений** от вертикали в плоскости, перпендикулярной щели воронки и стержням /одномерное распределение/.

Порядок выполнения работы

1. Вначале исследуется модель с 3 сетками. Это упражнение соответствует малому числу рассеивающих центров. Через воронку сыплется зерно так, чтобы центральные ячейки ящика заполнились почти доверху. Затем измеряется уровень зерна в каждой ячейке в условных единицах /число рисок/. **Результаты измерений наносятся на график распределения зерен по ячейкам $y_i = f(x_i)$.** Очевидно, что уровень зерна в i-ой ячейке пропорционален числу зерен, попавших в эту ячейку. Величина отклонения x_i есть расстояние i-ой ячейки от средней, лежащей непосредственно под щелью. При этом за единицу принимается интервал между ячейками Δx, равный ширине ячейки. (Уменьшение числа сеток ведет к уменьшению рассеяния.)

2. Затем исследование закона нормального распределения проводится с помощью модели, содержащей 12 сеток. Сначала высыпаем небольшое количество зерен /20-30/, что соответствует небольшому количеству измерений. Распределение зерен по ячейкам в этом случае измеряется не по уровню, а по числу зерен в каждой ячейке. **Результаты измерений наносятся на график, аналогичный предыдущему, $\boldsymbol{y_i = f(x_i)}$.**

3. Через то же число сеток сыплется большое количество зерна. Полученное в результате этого распределение зерна по ячейкам измеряется по уровням зерна в ячейках и **наносится на график**

$\boldsymbol{y_i = f(x_i)}$.

Результаты измерений для каждого опыта сводятся в таблицу.

Номер ячейки							

Обработка результатов эксперимента

Для серии экспериментальных данных, сведенных в таблицу, определяется мера точности h. Для этого используем соотношение $\sigma = \frac{1}{\sqrt{2}h}$. Предварительно нужно учесть, что ординаты y_i представляют ненормированную функцию распределения. Чтобы ее нормировать, вычисляем

$$y(x_i) = \frac{y_i}{\sum y_i}.$$

Из определения D, переписанного для дискретного случая, получаем

$$D = \int x^2 f(x)dx = \frac{\sum x_i^2 y_i}{\sum y_i}.$$

Наконец, из формулы $\sigma = \frac{1}{\sqrt{2}h}$ имеем

$$h = \frac{1}{\sqrt{2}\sigma} = \frac{1}{\sqrt{2D}} = \sqrt{\frac{\sum y_i}{2\sum x_i^2 y_i}}$$

После этого строится по нескольким точкам теоретическая кривая с найденной мерой точности h

$$y_{\text{теор.}} = \frac{h}{\sqrt{\pi}} exp\{-h^2 x^2\}$$

и наносится на тот же график.