

Лабораторная работа №8

Оборудование

- ПК (Использовался ПК с ОС GNU/Linux)

Ход работы

Примечание: частично вычисления и построения были выполнены в табличном процессоре.
Файл таблицы прилагается.

Задание 1.1

Постановка задачи

Постройте график зависимости $P = P(h)$.

Математическая модель

$$p(h) = p_0 \exp(-\mu g h / RT)$$

В формулу следует подставить значения:

$\mu = 0.029$ кг/моль (молярная масса)

$g = 9.8$ м/с²

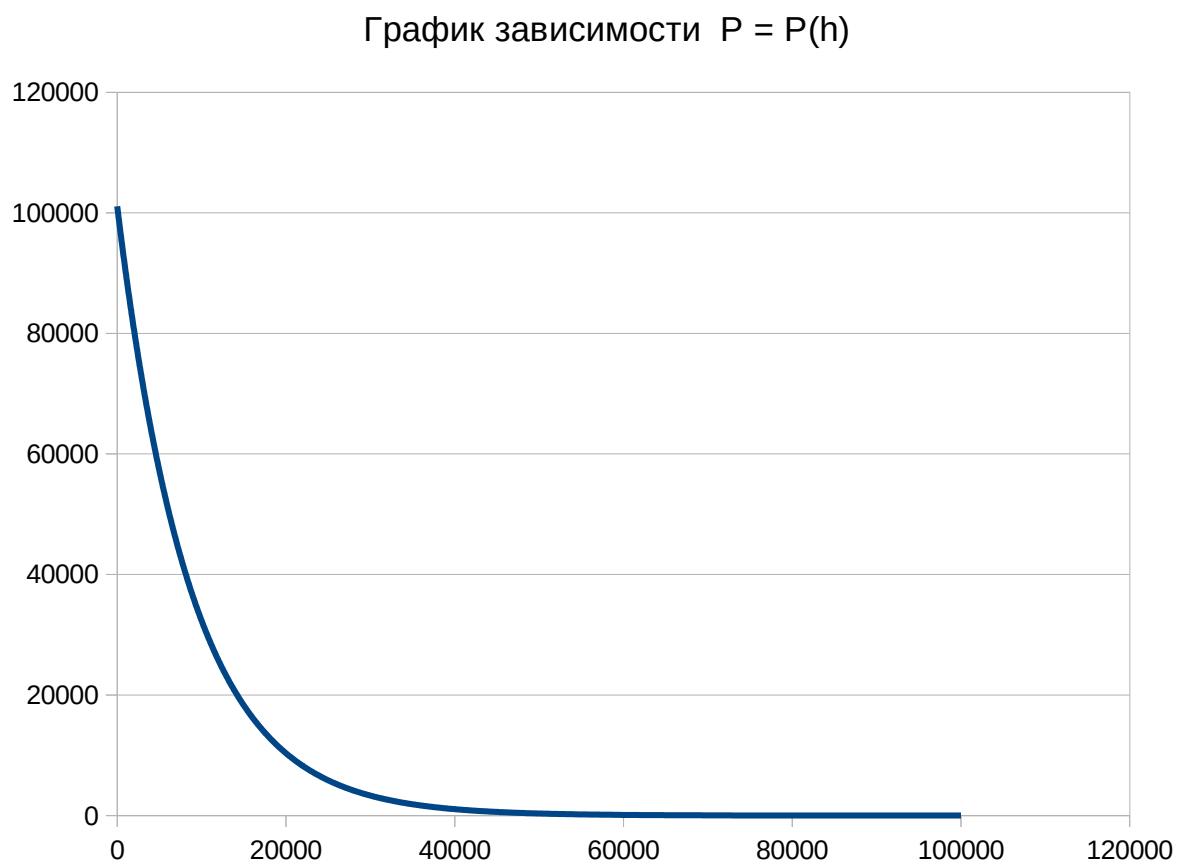
$R = 8/31$ Дж/ (моль · К) универсальная газовая постоянная

$T = 300$ К

p_0 - давление на нулевом уровне

Величина $RT / \mu g = 8.8$ км .

Полученный график



Задание 1.2

Постановка задачи

На какой высоте давление уменьшается в e раз?

Математическая модель

$$p(h) = p_0 \exp(-\mu g h / RT)$$

В формулу следует подставить значения:

$\mu = 0.029$ кг/моль (молярная масса)

$g = 9.8$ м/с²

$R = 8/31$ Дж/ (моль · К) универсальная газовая постоянная

$T = 300$ К

p_0 - давление на нулевом уровне

Величина $RT / \mu g = 8.8$ км .

Решение и ответ

$$p(h) = p_0 \exp\left(\frac{-4gh}{RT}\right)$$

$$\frac{p_0}{p} = e$$

$$h_{\text{иск.}} = \frac{RT}{4g} \cdot \ln\left(\frac{p_0}{p}\right) = \frac{RT}{4g} \cdot \ln(e) = \frac{RT}{4g}$$

Учитывая, что по условию:

$$\frac{RT}{4g} = 8,8 \text{ км}, \quad h_{\text{иск.}} = 8,8 \text{ км}.$$

Ответ: 8,8 км.

Задание 1.3

Постановка задачи

На какой высоте давление практически равно нулю?

Ответ

Поскольку атмосферное давление по мере увеличения высоты уменьшается, постепенно стремясь к нулю, нулевого значения оно достигнет в верхней границе атмосферы.

Принято считать, что верхняя граница атмосферы расположена на высоте порядка **690 км** над уровнем моря.

Задание 2.1

Постановка задачи

Проведите вычислительный эксперимент и выясните как изменяется концентрация молекул воздуха в атмосфере.

Математическая модель

Из барометрической формулы следует, что концентрация молекул (или плотность газа) убывает с высотой по тому же закону:

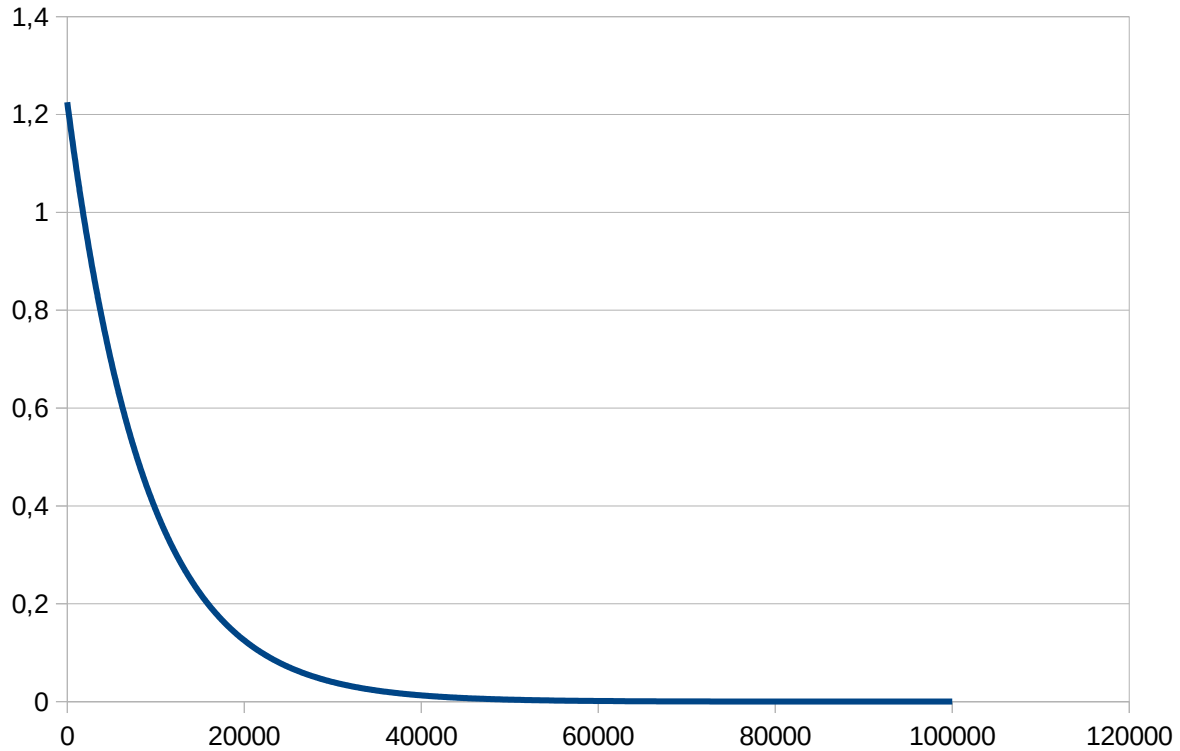
$$n(h) = n_0 \exp (- m g h / kT)$$

m – масса молекулы газа,
 k – постоянная Больцмана

Ответ

Построим график зависимости плотности газа от высоты:

График зависимости $n = n(h)$



Проанализируем полученный график:

Визуально график выглядит также, как и график зависимости атмосферного давления от высоты. Можно сделать вывод, что плотность газа убывает с высотой и стремиться к нулю. Её значение приближается к нулю уже при высоте в 45000 метров, но становится равно нулю намного позже, на верхней границе атмосферы, проходящей на высоте около 690 км.

Вывод

В ходе лабораторной работы были произведены вычислительные эксперименты на тему зависимости атмосферного давления и плотности воздуха от высоты. По итогу лабораторной работы можно утверждать, что:

1. Давление воздуха уменьшается по мере увеличения высоты, стремясь к нулю
2. Давление воздуха уменьшится в e раз на высоте в 8,8 км
3. Давление воздуха станет равно нулю на высоте около 690 км
4. Плотность воздуха уменьшается по мере увеличения высоты, стремясь к нулю
5. Плотность воздуха становится равной нулю на высоте около 690 км