

# Лабораторная работа № 2.1.6

Александр Романов Б01 107

29 апреля 2022 г.

## 1 Введение

**К Цель работы:** 1) определение изменения температуры углекислого газа при протекании через мало-проницаемую перегородку при разных начальных значениях давления и температуры; 2) вычисление по результатам опытов коэффициентов Ван дер Ваальса «a» и «b».

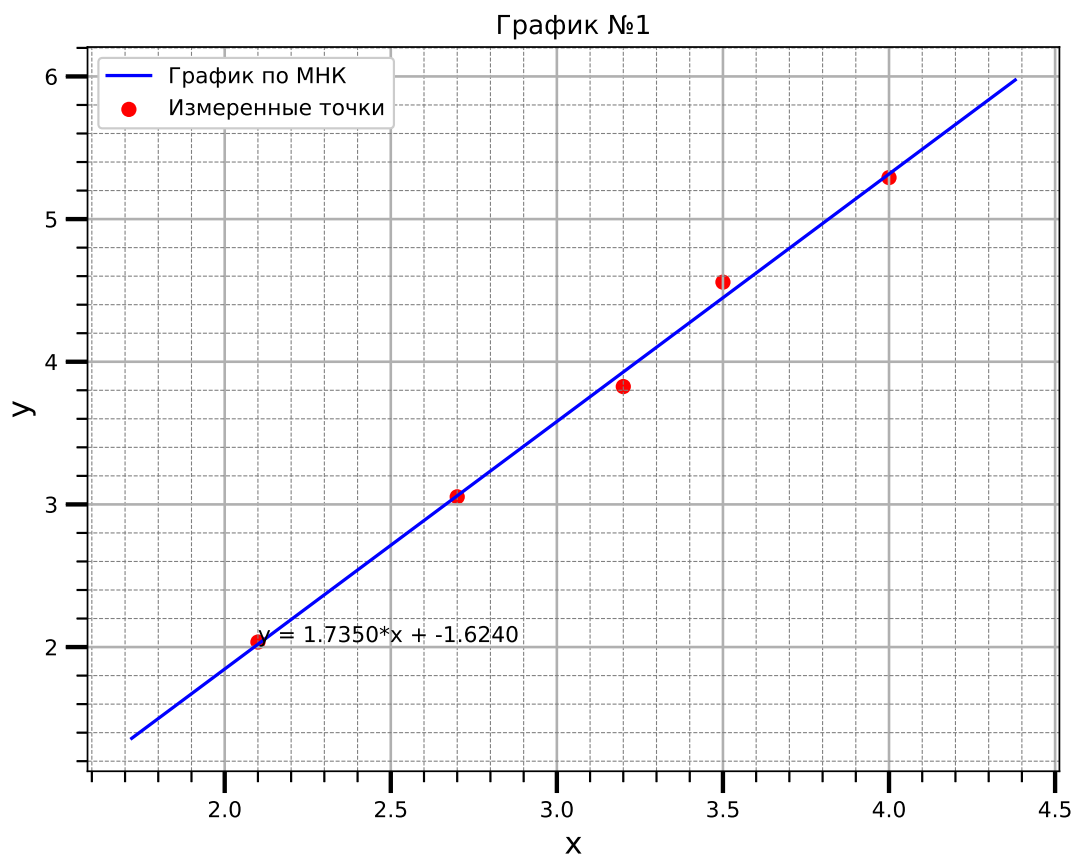
**Используемое оборудование:** трубка с пористой перегородкой; труба Дьюара; термостат; термометры; дифференциальная термopара; микровольтметр; балластный баллон; манометр.

## 2 Работа:

Проводим измерения температуры при заданной разнице давлений.

При  $T = 296\text{ K}$ :

При $T = 296\text{ K}$					
$\Delta P, Pa$	4	3.5	3.2	2.7	2.1
$\Delta T, K$	5.291	4.558	3.826	3.053	2.035



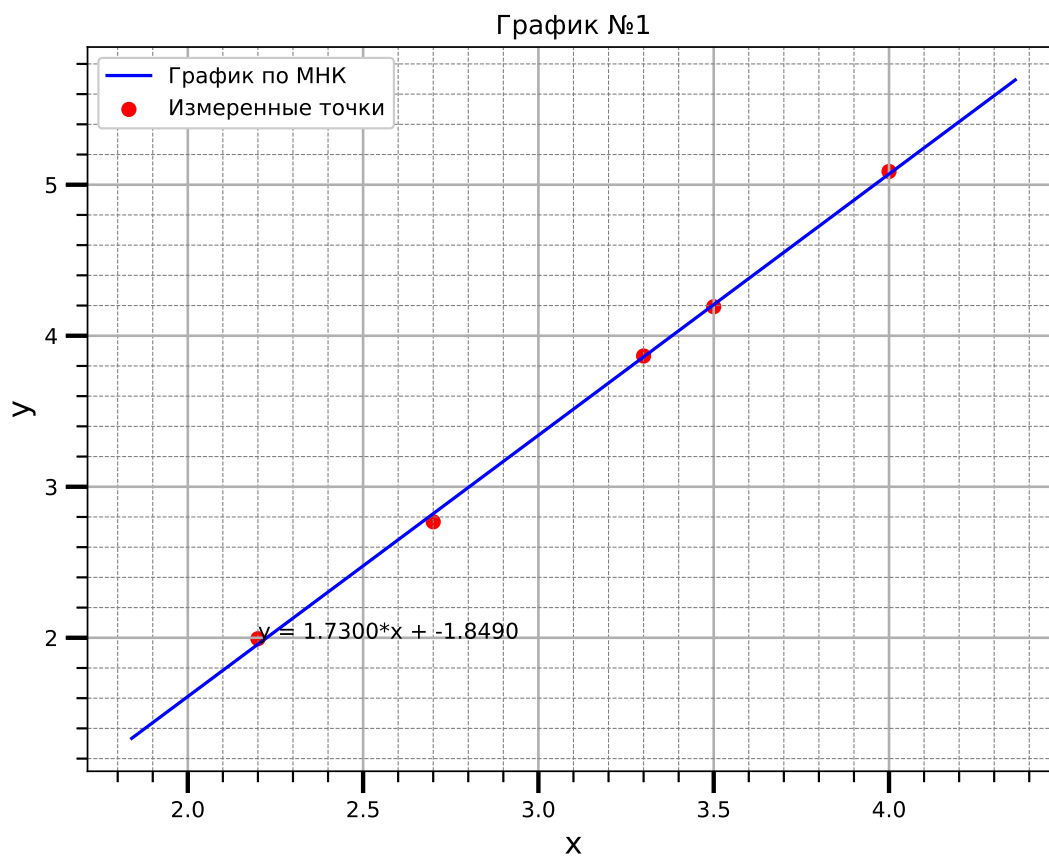
Полученная линейная (вида  $y = ax + b$ ) зависимость:  $y = 1.735x - 1.624$   
 $\sigma_a = 0.537$  ,  $\sigma_b = 0.352$

При этой температуре получаем значение коэффициента Джоуля-Томпсона:

$$\frac{\delta T}{\delta P} = 1.735 K/Pa$$

**При  $T = 303 \text{ K}$ :**

При $T = 303K$					
$\Delta P, Pa$	4.0	3.5	3.3	2.7	2.2
$\Delta T, K$	5.088	4.192	3.866	2.768	1.994



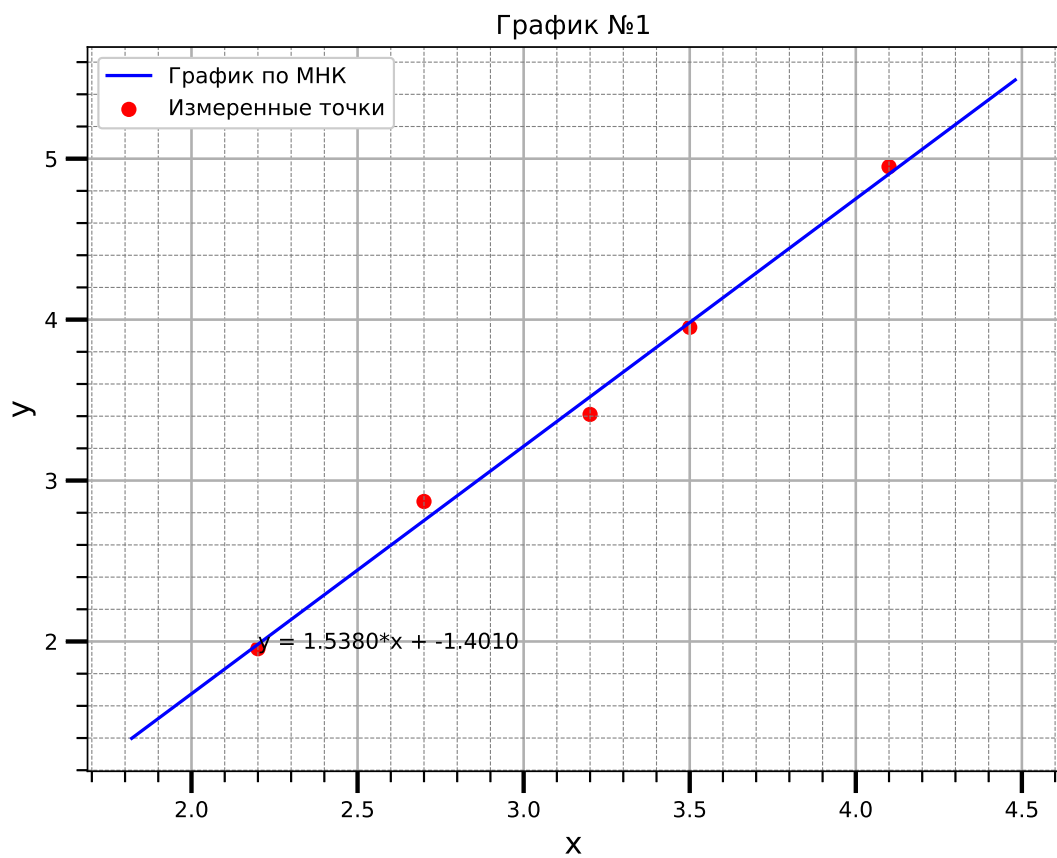
Полученная линейная (вида  $y = ax + b$ ) зависимость:  $y = 1.73x - 1.85$   
 $\sigma_a = 0.506$  ,  $\sigma_b = 0.318$

При этой температуре получаем значение коэффициента Джоуля-Томпсона:

$$\frac{\delta T}{\delta P} = 1.73 K/Pa$$

**При  $T = 313 \text{ K}$ :**

При $T = 313 K$					
$\Delta P, Pa$	4.1	3.5	3.2	2.7	2.2
$\Delta T, K$	4.95	3.952	3.411	2.87	1.955



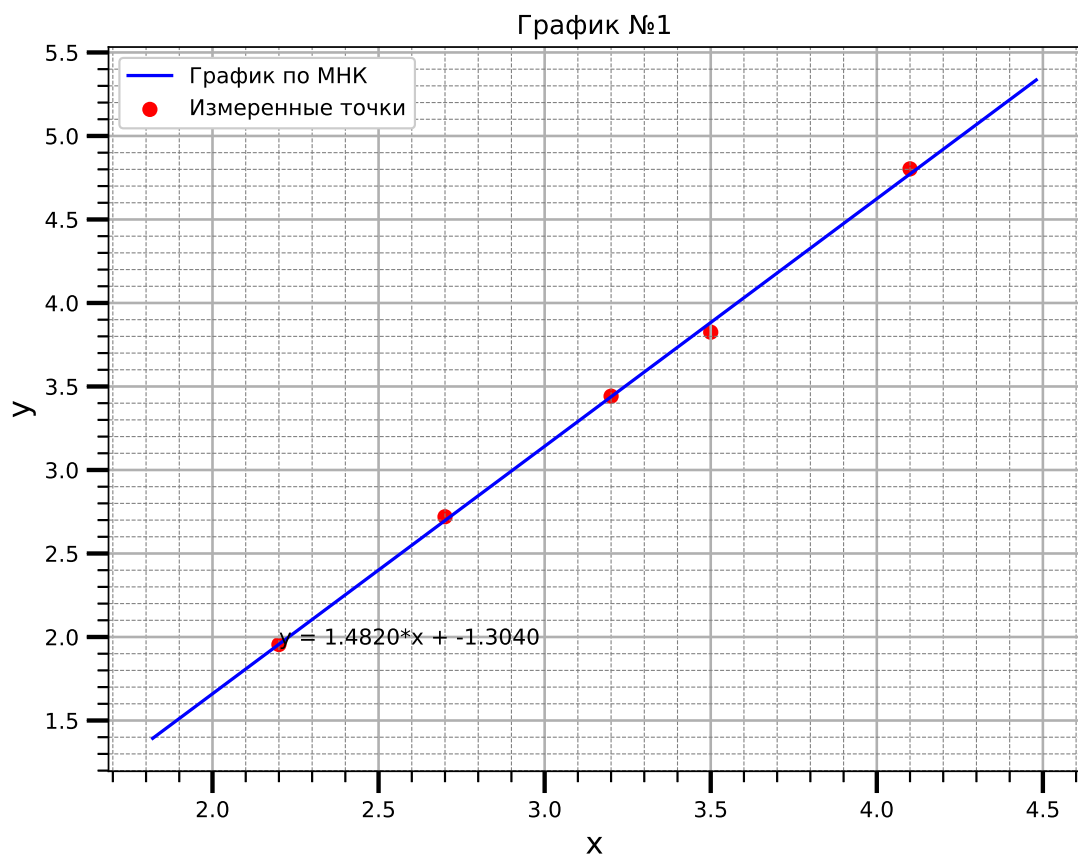
Полученная линейная (вида  $y = ax + b$ ) зависимость:  $y = 1.538x - 1.4$   
 $\sigma_a = 0.485$  ,  $\sigma_b = 0.317$

При этой температуре получаем значение коэффициента Джоуля Томпсона:

$$\frac{\delta T}{\delta P} = 1.54 K/Pa$$

**При  $T = 323 \text{ K}$ :**

При $T = 323 K$					
$\Delta P, Pa$	4.1	3.5	3.2	2.7	2.2
$\Delta T, K$	4.8	3.825	3.442	2.72	1.955



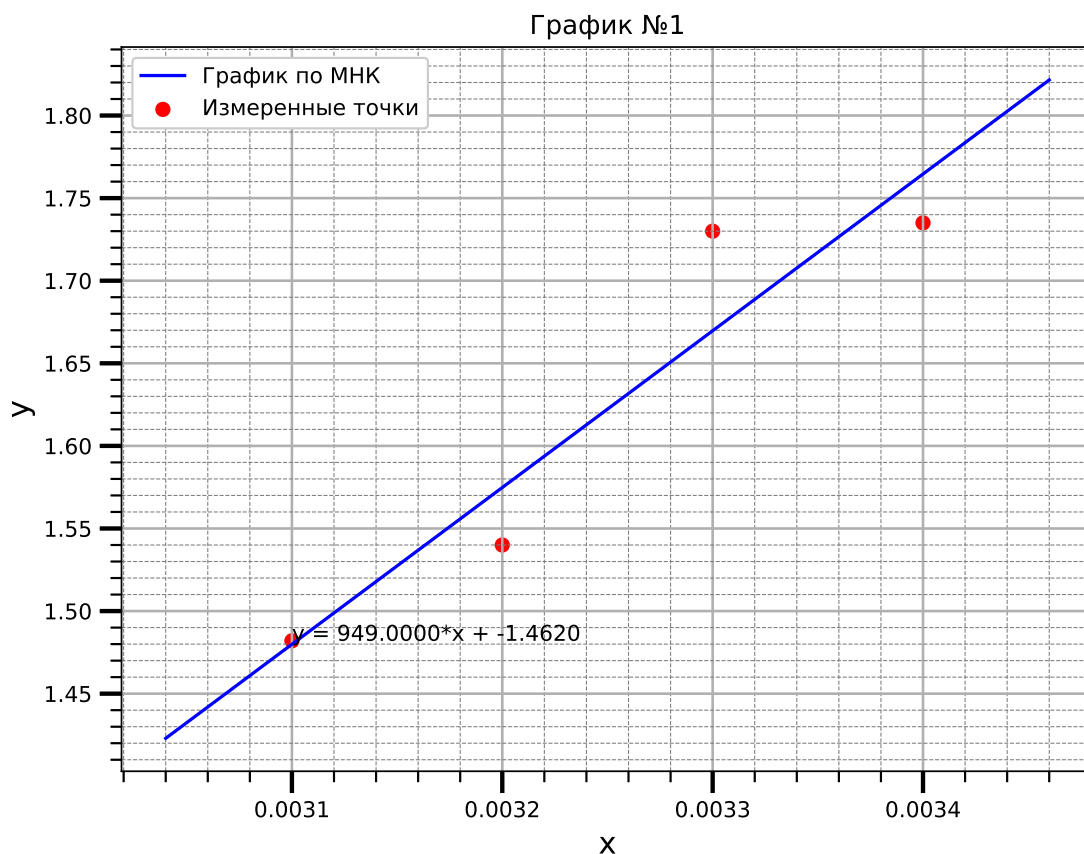
Полученная линейная (вида  $y = ax + b$ ) зависимость:  $y = 1.482x - 1.304$   
 $\sigma_a = 0.474$  ,  $\sigma_b = 0.31$

При этой температуре получаем значение коэффициента Джоуля Томпсона:

$$\frac{\delta T}{\delta P} = 1.482 K/Pa$$

Построим график  $\mu$  от  $\frac{1}{T}$  :

$\frac{1}{T}, 10^3 K^{-1}$	0.0034	0.003.7	0.0032	0.0031
$\mu, K/Pa$	1.735	1.73	1.54	1.482



Полученная линейная (вида  $y = ax + b$ ) зависимость:  $y = 949x - 1.462$   
 $\sigma_a = 0.006 K^2/Па$  ,  $\sigma_b = 6.6 \cdot 10^{-7} K/Па$

По коэффициентам прямой прямой определим коэффициенты  $a$  и  $b$  для углекислого газа.

Согласно формуле:

$$\mu = \frac{2}{RTC_p} \cdot a - \frac{b}{C_p}$$

Из этой зависимости мы можем вычислить значения  $a$  и  $b$ :

$$a = 1.46 \frac{H \cdot M^4}{mole^2}, b = 54.24 \frac{cm^3}{mole}$$

Коэффициент  $b$  достаточно точно совпадает с табличным:  $b = 42,8 \frac{cm^3}{mole}$

Коэффициент  $a$  отличается от табличного  $a = 0.36 \frac{H \cdot M^4}{mole^2}$  в несколько раз.

По пересечению графиком  $\mu \left( \frac{1}{T} \right)$  оси абсцисс находим значение температуры инверсии для углекислого газа:

$$T_{inv} = 649K$$

Порядок этого значения совпадает с табличным  $T = 2053K$

### 3 Краткие выводы:

1. В ходе работы были экспериментально получены коэффициенты  $a$  и  $b$  уравнения реального газа для углекислого газа. Как сказано выше, коэффициент  $b$  достаточно точно совпал с табличным в то время как  $a$  отличается от табличного в несколько раз.
2. Была также оценена величина  $T_{inv}$  инвариантной температуры углекислого газа, которая отличается от табличной на порядок.