

Лабораторная работа № 2.1.6

Александр Романов Б01 107

24 марта 2022 г.

1 Введение

Цель работы:

1) определение изменения температуры углекислого газа при протекании через малопроницаемую перегородку при разных начальных значениях давления и температуры; 2) вычисление по результатам опытов коэффициентов Ван дер Ваальса «а» и «b».

Используемое оборудование:

трубка с пористой перегородкой; труба Дьюара; термостат; термометры; дифференциальная термопара; 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

tex/graph1-eps-converted-to.pdf

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 $T = 303$ К:

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

tex/graph2-eps-converted-to.pdf

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 $T = 313$ К:

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

tex/graph3-eps-converted-to.pdf

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 $T = 323$ К:

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

tex/graph4-eps-converted-to.pdf

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 μ 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

tex/graph5-eps-converted-to.pdf

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

По коэффициентам 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 :

$$a = 0.115 \frac{H \cdot M^4}{mole^2}, b = 42.5 \frac{cm^3}{mole}$$

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

Коэффициент же a по какой-то причине отличается от табличного $a = 0.36 \frac{H \cdot M^4}{mole^2}$ более чем в 3 раза.

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

$$T_{inv} = 649K$$

Это значение близко к табличному.

3 Краткие выводы: