

ORIGIN:= 1 i:= 1..15

Величины, необходимые для расчета

$V_o := 0.114 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ $V_{\text{хл}} := 0.558 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ $E := 1.95 \cdot 10^{11} \text{ Па}$ $q := 1.009$
 $a := 3$ $\mu := 0.3$ $\alpha t := 1.66 \cdot 10^{-5} \text{ 1/K}$
$$\beta := \frac{1}{E \cdot (a^2 - 1)} \cdot [3 \cdot (1 - 2 \cdot \mu) \cdot a + 2 \cdot (1 + \mu) \cdot a^2]$$
 $\beta = 1.731 \times 10^{-11} \text{ 1/Па}$

Абсолютное давление в пьезометре рассчитывается по формуле $P_a = P_{mn} + P_{\delta ap}$
где P_{mn} — избыточное давление, измеренное манометром МИДА, МПа
 $P_{\delta ap}$ — барометрическое давление, измеряемое барометром, мм рт. ст.
 $U_o := 0.9967 \text{ В}$

СПРАВКА: $1 \text{ кгс/см}^2 = 0.0980665 \text{ МПа}$

Протокол

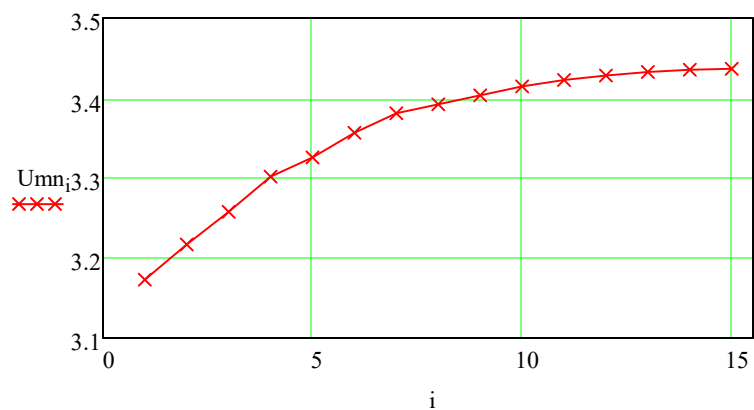
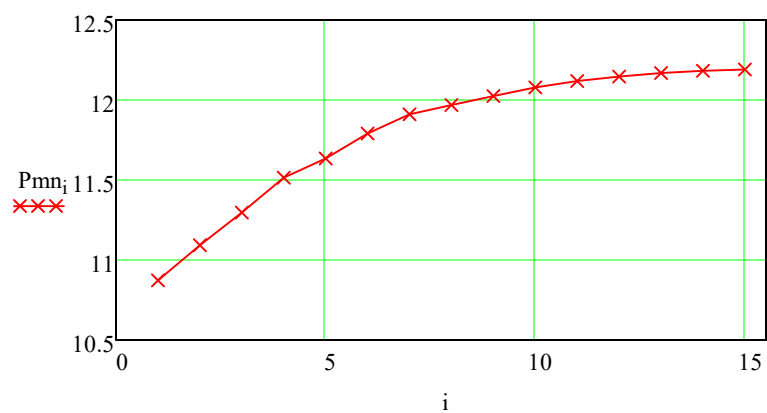
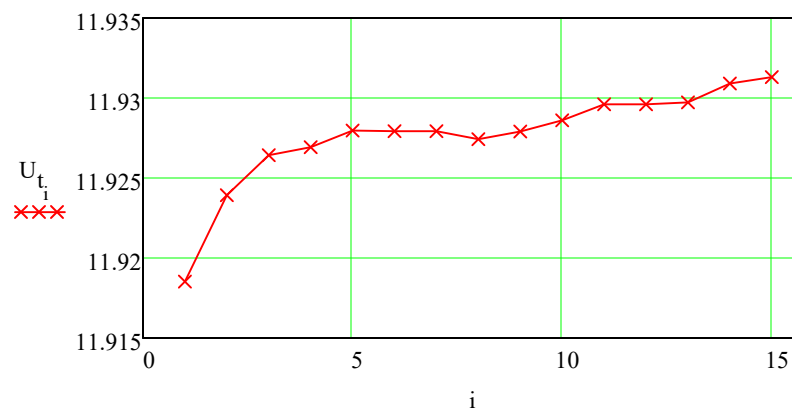
Напряжение, термометр сопротивления	Напряжение, кагушка	Напряжение, манометр МИДА	Массив времени
$U_t :=$	$U_k :=$	$U_{mn} :=$	$\tau :=$
(11.91854)	(10.000)	(3.1732)	(0)
(11.92394)	(10.000)	(3.2173)	(1)
(11.92644)	(10.000)	(3.2581)	(2)
(11.92694)	(10.000)	(3.3019)	(3)
(11.92799)	(10.000)	(3.3260)	(4)
(11.92794)	(10.000)	(3.3569)	(5)
(11.92794)	(10.000)	(3.3812)	(6)
(11.92744 (В))	(10.000 (В))	(3.3925 (В))	(7 (мин))
(11.92791)	(10.000)	(3.4037)	(8)
(11.92862)	(10.000)	(3.4146)	(9)
(11.92963)	(10.000)	(3.4227)	(10)
(11.92963)	(10.000)	(3.4285)	(11)
(11.92974)	(10.000)	(3.4327)	(12)
(11.93093)	(10.000)	(3.4357)	(13)
(11.93132)	(10.000)	(3.4370)	(14)

Обработка результатов измерений:
избыточное давление (МПа), измеренное манометром
МИДА

$$P_{mn} := \frac{(U_{mn} - U_o) \cdot 20}{(5 - U_o)} \text{ МПа}$$

$P_{mn} =$

	1
1	10.874
2	11.094
3	11.298
4	11.516
5	11.637
6	11.791
7	11.913
8	11.969
9	12.025
10	12.08
11	12.12
12	12.149
13	12.17
14	12.185
15	12.191



Средство измерения температуры:
терморезистор (платиновый термометр сопротивления)

1) Нахождение сопротивления термометра R_t , Ом

Задание встроенной переменной, определяющей номер первого элемента массива

Сопротивление образцової катушки, Ом $R_k := 10.0$

$$R_t := \frac{U_t \cdot R_k}{U_k}$$

2) Вычисление платиновой температуры t_i

(вспомогательный параметр градуировочной зависимости терморезистора)

Задача: решить квадратное уравнение относительно t_i

$$\text{const - } \alpha := 3.9260 \cdot 10^{-3} \quad \beta t := 0.110 \quad \delta := 1.492 \quad R_0 := 10.0553$$

$$\text{parametr - } W_i := \frac{R_t}{R_0}$$

Решение квадратного уравнения осуществляем с помощью стандартной встроенной функции Mathcad root(F(x),x):

Задаем начальное приближение по температуре, °C $tt := 50$

Уравнение для платиновой температуры $T = 0 \dots 630$ °C

$$t_i := \text{root} \left[\frac{1}{\alpha} \cdot (W_i - 1) + \delta \cdot \frac{tt}{100} \cdot \left(\frac{tt}{100} - 1 \right) - tt, tt \right]$$

$$T_i := t_i + 0.015 \cdot \left[\frac{t_i}{100} \cdot \left(\frac{t_i}{100} - 1 \right) \right] \cdot \left[\left(\frac{t_i}{419.58} - 1 \right) \cdot \left(\frac{t_i}{630.74} - 1 \right) \right]$$

	46.826	46.823
	46.963	46.96
	47.026	47.023
	47.039	47.036
	47.066	47.063
	47.064	47.061
	47.064	47.061
t =	47.052	T = 47.049
	47.064	47.061
	47.082	47.079
	47.107	47.104
	47.107	47.104
	47.11	47.107
	47.14	47.137
	47.15	47.147

Масса пустой колбы (5 взвешиваний для исключения случайной погрешности) -

$$M_{k1} := 67.5979 \text{ г}$$

$$M_{k2} := 67.5976 \text{ г}$$

$$M_{k3} := 67.5975 \text{ г}$$

$$M_{k4} := 67.5966 \text{ г}$$

$$M_{k5} := 67.5970 \text{ г}$$

Масса колбы с водой (5 взвешиваний для исключения случайной погрешности)

$$M_{kp1} := 180.3925 \text{ г}$$

$$M_{kp2} := 180.3915 \text{ г}$$

$$M_{kp3} := 180.3916 \text{ г}$$

$$M_{kp4} := 180.3910 \text{ г}$$

$$M_{kp5} := 180.3904 \text{ г}$$

$$M_k := \frac{(M_{k1} + M_{k2} + M_{k3} + M_{k4} + M_{k5})}{5} = 67.5973 \text{ г}$$

$$M_{kp} := \frac{(M_{kp1} + M_{kp2} + M_{kp3} + M_{kp4} + M_{kp5})}{5} = 180.3914 \text{ г}$$

Результирующая масса выпуска $M_p := M_{kp} - M_k = 112.7941 \text{ г}$

Образцовое сопротивление $R_{10} := 10 \text{ Ом}$ $\delta R_{10} := 0.0001$

Условия опыта $P_{\delta ap} := 747 \text{ мм.рт.ст}$ $P_o := P_{\delta ap} \cdot 133.332 \cdot 10^{-6} \text{ МПа}$

$$T_o := 24 + 273.15 \text{ К}$$

Средние значения экспериментальных данных

Граничные номера точек

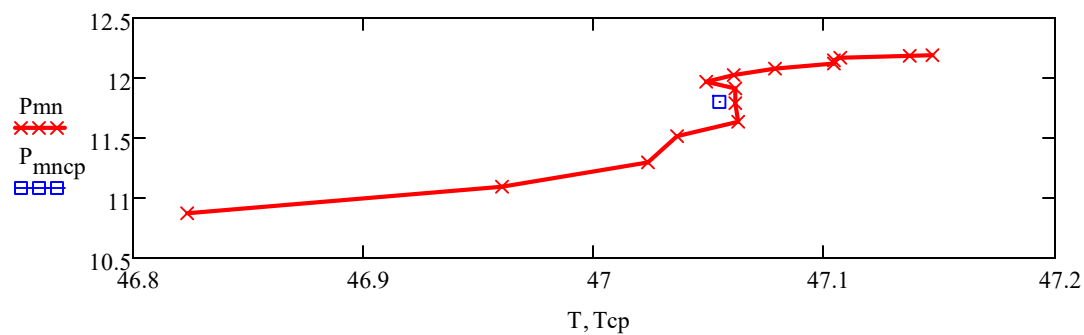
$$n0 := 1 \quad n1 := 15$$

$$T_{cp} := \frac{1}{n1 - n0 + 1} \cdot \sum_{i=n0}^{n1} T_i$$

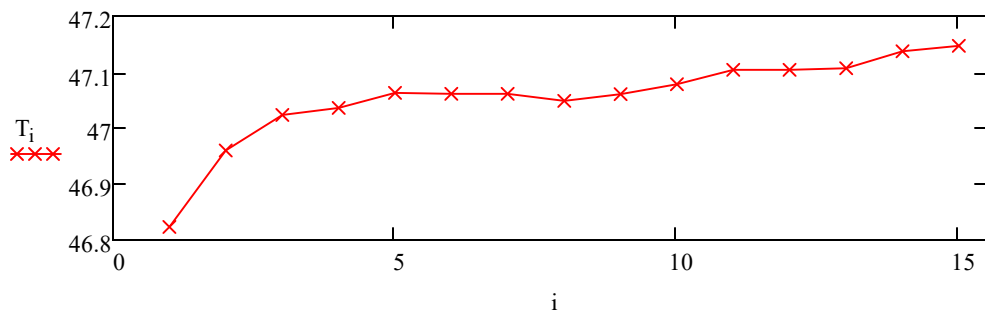
$$P_{mncp} := \sum_{i=n0}^{n1} P_{mn,i} \cdot \frac{1}{n1 - n0 + 1}$$

$$T_{cp} = 47.0543 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$P_{mncp} = 11.800764 \text{ МПа}$$



$$i := 1..15$$



Абсолютное давление в пьезометре

$$P_a := P_{mncp} + P_o = 11.9 \text{ МПа}$$

$$P_o = 0.1 \text{ МПа}$$

Из таблицы для плотности воды для давления $P_o=746 \text{ мм. рт. ст.}$

$$746 \cdot \frac{133.332}{98.0665} \cdot 10^{-3} = 1.014 \text{ кгс/см}^2$$

для давления 1 кгс/см² в интервале температур 20-30 С проводим линейную интерполяцию

$$T_o = 297.15 \quad \rho_{20C1} := \frac{1}{0.0010018} \quad \rho_{30C1} := \frac{1}{0.0010044}$$

$$\rho_o := \left[\rho_{20C1} - (T_o - 20 - 273.15) \cdot \frac{\rho_{20C1} - \rho_{30C1}}{30 - 20} \right] \quad \rho_o = 997.2 \quad \text{кг/м}^3$$

Из таблицы для плотности воздуха для давления $P_o = 746$ мм. рт. ст.

$$746 \cdot 133.332 = 9.9466 \times 10^4 \quad \text{Па}$$

для давления 99 кПа и 24 оС

$$\rho_{bozd} := 1.161 \quad \text{кг/м}^3$$

Рассчитаем плотность воды при комнатной температуре и давлении в пьезометре $P = P_{mncp}$ $T = 24$ С

$$P_a = 11.9 \quad \frac{P_a}{0.0980665} = 121.35 \quad \text{кгс/см}^2$$

Проводим линейную интерполяцию плотности воды при $P_a = 69.486$ кгс/см²

$$T_o = 297.15 \quad \rho_{20C2} := \frac{1}{0.0009998} \quad \rho_{30C2} := \frac{1}{0.001024}$$

$$\rho := \rho_{20C2} + (T_o - 20 - 273.15) \cdot \frac{\rho_{20C2} - \rho_{30C2}}{30 - 20} \quad \rho = 1009.7 \quad \text{кг/м}^3$$

Масса выпуска с учетом поправки, связанной со взвешиванием в воздухе, определяется

Плотность материала гирь

$$\rho_g := 7800 \quad \text{кг/м}^3$$

$$M_p = 112.794$$

$$M_b := M_p \cdot \frac{1 - \frac{\rho_{bozd}}{\rho_g}}{1 - \frac{\rho_{bozd}}{\rho_o}} = 112.9088 \text{ г} \quad \rho_o = 997.17$$

Изменение массы воды в балластном объеме $V_o = 1.14 \times 10^{-4}$

$$\Delta M_{\delta o} := (\rho - \rho_o) \cdot V_{\delta o} = 6.967 \times 10^{-5} \text{ кг}$$

Поправка на барическую деформацию

$$\Delta V_P := \beta \cdot (P_a \cdot 10^6 - 1) \cdot V_o = 2.348 \times 10^{-8} \quad \text{м}^3$$

Поправка на термическую деформацию

$$\Delta V_T := 3 \cdot \alpha_t \cdot (T_{cp} - 293.15 + 273.15) \cdot V_o = 1.536 \times 10^{-7} \quad \text{м}^3$$

Определяем массу вещества, оставшегося в пьезометре

$$M_{OCT} = \frac{V_o}{\rho_{para}} \quad \text{где} \quad \rho_{para} := 0.5779 \quad \text{- плотность водяного пара при } T=100 \text{ С и } P=746 \text{ мм. рт. ст. или } 1.014 \text{ кгс/см}^2$$

$$M_{\text{ОСТ}} := \frac{V_o}{\rho_{\text{para}}} = 1.973 \times 10^{-4} \text{ кг}$$

Определяем удельный объем воды

$$v(\text{Pa}, T_{\text{cp}}) := \frac{V_o + \Delta V_P + \Delta V_T}{M_b \cdot 10^{-3} - \Delta M_{\delta o} + M_{\text{ОСТ}}} \quad v(\text{Pa}, T_{\text{cp}}) = 1.0100917 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{кг}$$

Определяем плотность воды

$$\frac{1}{v(\text{Pa}, T_{\text{cp}})} = 990.009 \quad \text{кг/м}^3$$

Расчет погрешности

1. Температура

$$n1 = 15$$

Случайная погрешность

$$n0 = 1$$

$$\Delta T_{\text{slu}} := 2.776 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{n=n0}^{n1} (T_{\text{cp}} - T_n)^2}{(n1 - n0 + 1) \cdot (n1 - n0)}} = 0.057 \text{ К}$$

Приборная погрешность определения температуры платиновым термометром сопротивления, которая равна 0.06 К

$$\Delta T_{\text{plat}} := 0.06 \text{ К}$$

$$\text{Полная абсолютная погрешность} \quad \Delta T := \sqrt{\Delta T_{\text{plat}}^2 + \Delta T_{\text{slu}}^2} = 0.083 \text{ К}$$

$$\text{Полная относительная погрешность} \quad \delta T := \frac{\Delta T}{T_{\text{cp}}} = 0.175\%$$

2. Давление.

Не будем учитывать погрешность в определении атмосферного давления, так как она мала по сравнению с погрешностью определения грузопоршневого манометра

$$\Delta P = \Delta P_{\text{mn}}$$

$$\text{Случайная погрешность} \quad \Delta P_{\text{slu}} := 2.776 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{n=n0}^{n1} (P_{\text{mncp}} - P_{\text{mn}_n})^2}{(n1 - n0 + 1) \cdot (n1 - n0)}} = 0.306 \quad \text{МПа}$$

$$\text{Приборная погрешность} \quad \Delta P_{\text{пр}} := P_{\text{mncp}} \cdot 0.001 = 0.012 \quad \text{МПа}$$

$$\text{Полная абсолютная погрешность} \quad \Delta P := \sqrt{\Delta P_{\text{пр}}^2 + \Delta P_{\text{slu}}^2} = 0.306 \quad \text{МПа}$$

$$\text{Полная относительная погрешность} \quad \delta P := \frac{\Delta P \cdot 100}{P_{\text{mncp}}} = 2.594 \quad \%$$

Учтем погрешность прямого вычисления по формуле

$$v(P, T) = \frac{V_o + \Delta V_P + \Delta V_T}{M_B + M_{\text{ОСТ}} - \Delta M_{\delta o}}$$

$$\delta V_o := 0.001 \quad \% \quad \Delta V_o := V_o \cdot \delta V_o \cdot 0.01$$

$$\Delta V_T = 3 \cdot \alpha_t \cdot (T - 273.15) \cdot V_o \quad \Delta V_o = 1.14 \times 10^{-9} \text{ м}^3$$

$$\Delta V_P = \beta \cdot (P - 1) \cdot V_o \quad \Delta V_T = 1.536 \times 10^{-7} \text{ м}^3$$

$$\Delta V_P = 2.348 \times 10^{-8} \text{ м}^3$$

$$\Delta V_{\delta o} = 5.58 \times 10^{-9} \text{ м}^3$$

$$\delta V_{\delta o} := 0.1 \% \quad \Delta V_{\delta o} := V_{\delta o} \cdot \delta V_{\delta o} \cdot 0.01$$

$$\delta \Delta V_P := \sqrt{\delta P^2 + \delta V_o^2} \quad \delta \Delta V_P = 2.59359$$

$$\delta \Delta V_T := \sqrt{\delta T^2 + \delta V_o^2} \quad \delta \Delta V_T = 2.01865 \times 10^{-3}$$

$$\Delta \Delta M_{\delta o} := \Delta V_{\delta o} \cdot (\rho - \rho_o) \quad \Delta \Delta M_{\delta o} = 6.967 \times 10^{-8}$$

$$\Delta \Delta V_T := \Delta V_T \cdot \delta \Delta V_T \quad \Delta \Delta V_T = 3.1 \times 10^{-10}$$

$$\Delta \Delta V_P := \Delta V_P \cdot \delta \Delta V_P \quad \Delta \Delta V_P = 6.09 \times 10^{-8}$$

Рассчитаем погрешность определения массы выпуска -

$$M_k := \sqrt[5]{M_{k1} \cdot M_{k2} \cdot M_{k3} \cdot M_{k4} \cdot M_{k5}} = 67.5973 \text{ г}$$

$$M_{kp} := \sqrt[5]{M_{kp1} \cdot M_{kp2} \cdot M_{kp3} \cdot M_{kp4} \cdot M_{kp5}} = 180.3914 \text{ г}$$

$$\text{Результирующая масса выпуска} \quad M_p := M_{kp} - M_k = 112.7941 \text{ г}$$

$$\Delta M_k := 0.1 \cdot 10^{-3} \text{ г} \quad \delta M_{k1} := \frac{\Delta M_k}{M_{k1}} \quad \Delta M_{kp} := 0.1 \cdot 10^{-3} \text{ г} \quad \delta M_{kp1} := \frac{\Delta M_{kp}}{M_{kp1}}$$

$$\delta M_{k2} := \frac{\Delta M_k}{M_{k2}} \quad \delta M_{kp2} := \frac{\Delta M_{kp}}{M_{kp2}}$$

$$\delta M_{k3} := \frac{\Delta M_k}{M_{k3}} \quad \delta M_{kp3} := \frac{\Delta M_{kp}}{M_{kp3}}$$

$$\delta M_{k4} := \frac{\Delta M_k}{M_{k4}} \quad \delta M_{kp4} := \frac{\Delta M_{kp}}{M_{kp4}}$$

$$\delta M_{k5} := \frac{\Delta M_k}{M_{k5}} \quad \delta M_{kp5} := \frac{\Delta M_{kp}}{M_{kp5}}$$

$$\delta M_k := \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\delta M_{k1}^2 + \delta M_{k2}^2 + \delta M_{k3}^2 + \delta M_{k4}^2 + \delta M_{k5}^2} = 1.654 \times 10^{-6}$$

$$\delta M_{kp} := \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\delta M_{kp1}^2 + \delta M_{kp2}^2 + \delta M_{kp3}^2 + \delta M_{kp4}^2 + \delta M_{kp5}^2} = 6.198 \times 10^{-7}$$

$$\Delta M_k := M_k \cdot \delta M_k = 1.118 \times 10^{-4} \text{ г}$$

$$\Delta M_{kp} := M_{kp} \cdot \delta M_{kp} = 1.118 \times 10^{-4} \text{ г}$$

$$\Delta M_p := \Delta M_{kp} + \Delta M_k = 2.236 \times 10^{-4} \text{ г}$$

$$\Delta M_b := \Delta M_p \cdot \frac{1 - \frac{\rho_{bozd}}{\rho}}{1 - \frac{\rho_{bozd}}{\rho_o}} = 0.0002 \quad \text{г}$$

Погрешность определения массы остатка

В итоге

$$\Delta M_{OCT} := \frac{\Delta V_o}{\rho_{para}} = 1.973 \times 10^{-9} \quad \text{кг}$$

$$\Delta_1 := \sqrt{\Delta V_o^2 + \Delta \Delta V_T^2 + \Delta \Delta V_P^2}$$

$$\delta_1 := \frac{\Delta_1}{V_o + \Delta V_P + \Delta V_T} = 5.335 \times 10^{-4}$$

$$\Delta_2 := \sqrt{\Delta M_b^2 + \Delta \Delta M_{\delta o}^2 + \Delta M_{OCT}^2}$$

$$\delta_2 := \frac{\Delta_2}{M_b \cdot 10^{-3} - \Delta M_{\delta o} + M_{OCT}} = 1.978 \times 10^{-3}$$

$$\delta v_{pr} := \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2} = 2.049 \times 10^{-3}$$

$$\Delta \rho_{pr} := \delta v_{pr} \cdot \frac{1}{v(Pa, T_{cp})} = 2.028 \quad \text{кг/м}^3$$

$$\Delta v_{pr} := \delta v_{pr} \cdot v(Pa, T_{cp}) = 2.07 \times 10^{-6} \quad \text{м}^3/\text{кг}$$

Общая погрешность вычисления удельного объема.

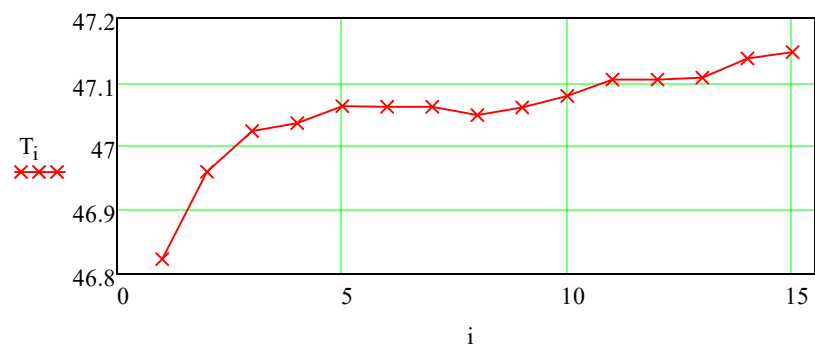
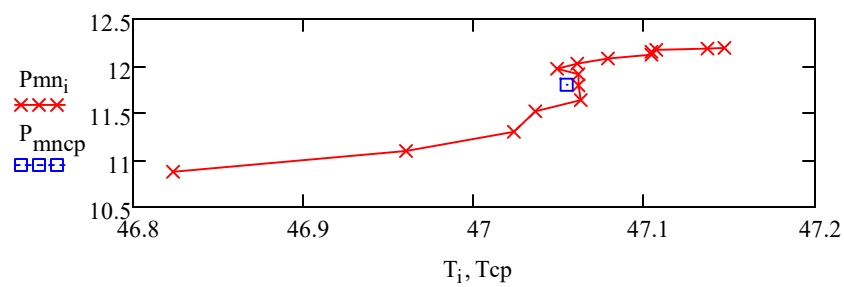
$$\Delta v := \sqrt{\Delta v_{pr}^2} = 2.07 \times 10^{-6} \quad \text{м}^3/\text{кг}$$

$$\delta v := \frac{\Delta v}{v(Pa, T_{cp})} = 0.205\%$$

График зависимости $P(T)$ (аппроксимация мнк)

$$P_{mn} = \begin{pmatrix} 10.87353 \\ 11.09385 \\ 11.29768 \\ 11.5165 \\ 11.6369 \\ 11.79127 \\ 11.91267 \\ 11.96913 \\ 12.02508 \\ 12.07953 \\ 12.12 \\ 12.14898 \\ 12.16996 \\ 12.18495 \\ 12.19144 \end{pmatrix} \quad T = \begin{pmatrix} 46.823417 \\ 46.96008 \\ 47.023351 \\ 47.036006 \\ 47.06258 \\ 47.061315 \\ 47.061315 \\ 47.04866 \\ 47.060555 \\ 47.078525 \\ 47.104087 \\ 47.104087 \\ 47.106871 \\ 47.13699 \\ 47.146861 \end{pmatrix}$$

$$i := 1..15$$



$n_2 := 1$ $n_3 := 15$

$$F(x) := \begin{pmatrix} 1 \\ x \end{pmatrix}$$

$$S := \text{linfit}(T, P_{mn}, F) \quad f(x) := F(x) \cdot S$$

$$S = \begin{pmatrix} -218.873 \\ 4.902 \end{pmatrix}$$

$$P_{mnras}(x) := S_1 + S_2 \cdot x$$

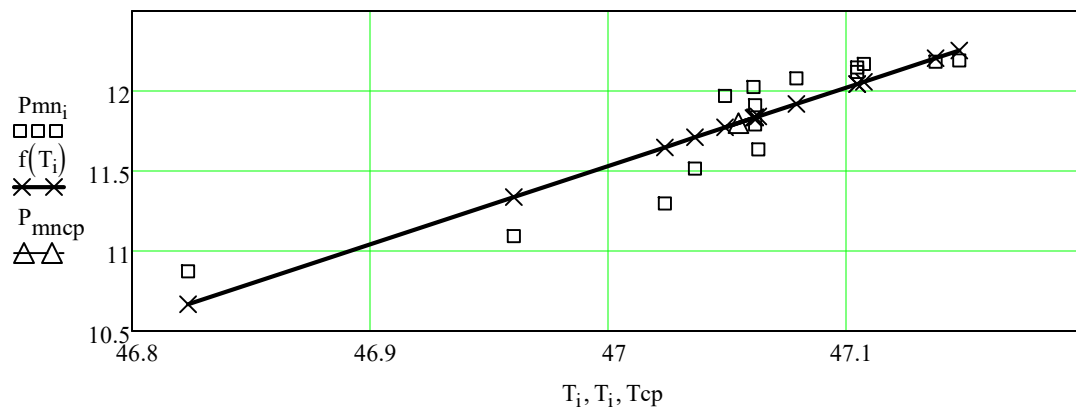


рис. А

Случайная абсолютн.
погрешность

$$\Delta P_{slu} := 2.776 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=n2}^{n3} (P_{mnras}(T_i) - P_{mn_i})^2}{(n3 - n2 + 1) \cdot (n3 - n2)}} = 0.128 \text{ МПа}$$

Случайная относител.
погрешность

$$\delta P := \frac{\Delta P_{slu} \cdot 100}{P_{mncp}} = 1.086 \quad \%$$

1. Дайте определение метода пьезометра постоянного объема для определения плотности жидкости в произвольной форме, при этом перечислите все необходимые и достаточные ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И РЕЖИМНЫЕ ДЕЙСТВИЯ

Метод пьезометра постоянного объема заключается в том, что в течении всего эксперимента нам известен объем и масса исследуемого вещества.

Последовательность необходимых (режимных) действий:

заполнение пьезометра исследуемой жидкостью
нагрев пьезометра до заданной температуры Т
поддержание заданной температуры Т
давление превышает барометрическое
измерение в пьезометре параметров вещества (давление и температура)
выпуск вещества в жидкой фазе из пьезометра в колбу
измерение массы выпущенной жидкости

Измерительные действия:

- 1) Запись начальных условий (барометрическое давление и температура окружающей среды)
- 2) Измерение массы пустой колбы
- 3) Контроль температуры в пьезометре с помощью платинового термометра сопротивления (запись напряжения термометра)
- 4) Измерение давления в пьезометре с помощью манометра МИДА (запись напряжения манометра)
Запись значений напряжения катушки
- 5) Измерение массы колбы с веществом после выпусков
Запись времени шагов эксперимента

Необходимо внести поправку на изменение объема пьезометра в результате изменения температуры и давления и поправку при измерении массы выпущенной жидкости.

21.05.02 уст. 1.

Приведите численные результаты, которые получены с помощью всех необходимых действий-измерений. Эти действия вы внесли в свое определение метода и вычислили $v = 1.0099077 \times 10^{-3}$

1) Численные результаты будут приведены только для 1 результата из серии

2) Условия опыта

$$P_{\delta ap} := 747 \text{ мм.рт.ст}$$

- | | |
|-----------------------------|---|
| | $T_{\text{ам}} := 24 \quad \text{C}$ |
| 3) Масса пустой колбы | $M_{\text{кл}} := 67.5979 \quad \text{г}$ |
| Масса колбы с водой | $M_{\text{квл}} := 180.3925 \quad \text{г}$ |
| 4) Температура в пьезометра | $T_1 = 46.823 \quad \text{C}$ |
| 5) Избыточное давление | $P_{\text{мн}} = 10.874 \quad \text{МПа}$ |

Подставляем в расчетные формулы измеренные величины

$$\Delta M_{\delta o} := (\rho - \rho_o) \cdot V_{\delta o} = 6.967 \times 10^{-5} \quad \text{кг}$$

Поправка на барическую деформацию для первого измерения

$$\Delta V_P := \beta \cdot (P_a \cdot 10^6 - 1) \cdot V_o = 2.348 \times 10^{-8} \quad \text{м}^3$$

Поправка на термическую деформацию для первого измерения

$$\Delta V_T := 3 \cdot \alpha_t \cdot (T_1 - 293.15 + 273.15) \cdot V_o = 1.523 \times 10^{-7} \quad \text{м}^3$$

$$M_{\text{ОСТ}} = \frac{V_o}{\rho_{\text{пара}}} \quad \text{где} \quad \rho_{\text{пара}} := 0.5779 \quad \text{- плотность водяного пара при } T=100 \text{ C и } P=746 \text{ мм. рт. ст. или } 1.014 \text{ кгс/см}^2$$

Определяем удельный объем воды

$$v(P_a, T_{\text{ср}}) := \frac{V_o + \Delta V_P + \Delta V_T}{M_b \cdot 10^{-3} - \Delta M_{\delta o} + M_{\text{ОСТ}}} \quad v(P_a, T_{\text{ср}}) = 1.0100801 \times 10^{-3} \quad \text{м}^3/\text{кг}$$

значение другое, так как представленный ход действий воспроизводился только для первого измерения серии, при расчете средних величин мы исключаем случайную погрешность.

21.05.02 уст. 1.

Оценка 5

$$ZC(x) := a_1 + a_2 \cdot x$$

$$ZCm(x) := \textcolor{red}{b}_1 + b_2 \cdot x$$

