

Спецификация конкурсных материалов для проведения практического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» в номинации «Инженерный класс по направлению инженерно-химическое

1. Назначение конкурсных материалов

Материалы *практического* этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал» (далее – Конкурс) предназначены для оценки уровня *практической* подготовки участников Конкурса.

2. Условия проведения

Практический этап Конкурса проводится в очной форме на базе вуза или дистанционной форме. Выбор формы проведения остается за организаторами площадки проведения. При выполнении работы обеспечивается строгое соблюдение порядка организации и проведения Конкурса.

Используемое оборудование:

Для выполнения Кейса1:

Требования к ПК:

- 64-разрядный (x64) процессор* с тактовой частотой 1 ГГц или выше.
- ОЗУ не менее 16 ГБ .
- Жесткий диск объемом не менее 128ГБ
- 64-разрядная операционная система Linux или Windows
- Цветной монитор с разрешением не менее 1600x1200
- Клавиатура
- Мышь

Для выполнения задания предлагается на выбор одна из систем твердотельного моделирования:

- T-Flex CAD
- DraftSight
- SolidWorks
- Autodesk Inventor
- Fusion 360
- Компас 3D

Для выполнения Кейса2:

При выполнении учащимися практической части конкурса не предусматривается работа на лабораторной установке.

Участникам будут предоставлены экспериментальные данные, снятые с установки, представленной на фотографии. В процессе выполнения им необходимо будет записать показания термометров, которые будут представлены на фотографиях. Фрагменты необходимых справочных материалов будут представлены в задании.

3. Продолжительность выполнения

На выполнение заданий *практического* этапа Конкурса отводится 120 минут.

4. Содержание и структура

Индивидуальный вариант участника включает 2 кейса заданий, базирующихся на содержании элективных курсов «Современные технологии производства» и «Исследовательский практикум по физической химии».

5. Система оценивания

Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Максимальный балл за выполнение всех заданий – 60 баллов. Для получения максимального балла за практический этап Конкурса необходимо дать верные ответы на все задания.

6. Приложения

1. План конкурсных материалов для проведения практического этапа Конкурса.
2. Демонстрационный вариант конкурсных заданий практического этапа Конкурса.

План конкурсных материалов для проведения *практического* этапа Конкурса

№ задания	Уровень сложности	Уникальные кодификаторы Конкурса	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Балл
Кейс 1				
1.	базовый	Создание модели по размерам	Владение базовыми навыками создания 3D – моделей с помощью систем трехмерного моделирования	15
2.	базовый	Подбор оптимальных параметров печати	Владение базовыми навыками настройки 3D – принтера, понимание процесса печати пластиком	10
3.	базовый	Оптимизация моделей для 3D-печати	Владение базовыми навыками по оптимизации 3D-печати	5
Кейс 2				
1.	базовый	Капиллярные явления как результат смачивания или несмачивания в тонких трубках и узких зазорах	Математический расчет и запись результата с заданной степенью точности	1
2.	повышенный	Уравнения состояния	Графическое представление экспериментальных данных, обработка графиков, извлечение числовых данных из графиков	2
3.				5
4.				3
5.				2
6.	базовый	Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева)	Извлечение данных из справочных таблиц	2
7.				2
8.				2
9.	базовый	Модель идеального газа	определение	1

			<i>молярной массы вещества</i>	
10.	<i>повышенный</i>	<i>Функции состояния и функции процесса</i>	<i>Анализ полученного результата, умение делать вывод (не менее трех факторов, влияющих на результат опыта</i>	10
Сумма баллов:				60

Демонстрационный вариант конкурсных заданий практического этапа Конкурса

КЕЙС №1

Задание 1.

По имеющемуся чертежу начертить деталь и выполнить экспорт детали в формат stl.

Для выполнения конкурсных заданий предлагается на выбор одна из систем твердотельного моделирования:

- T-Flex CAD
- DraftSight
- SolidWorks
- Autodesk Inventor
- Fusion 360
- Компас 3D

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.

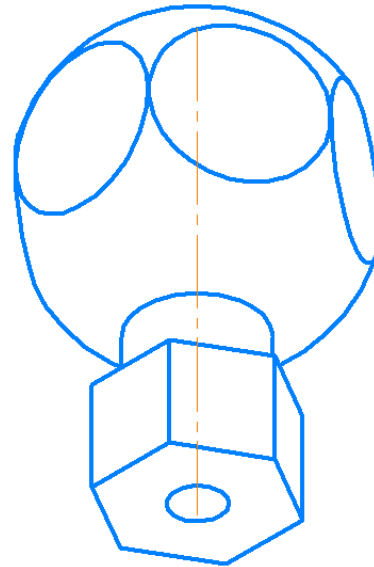
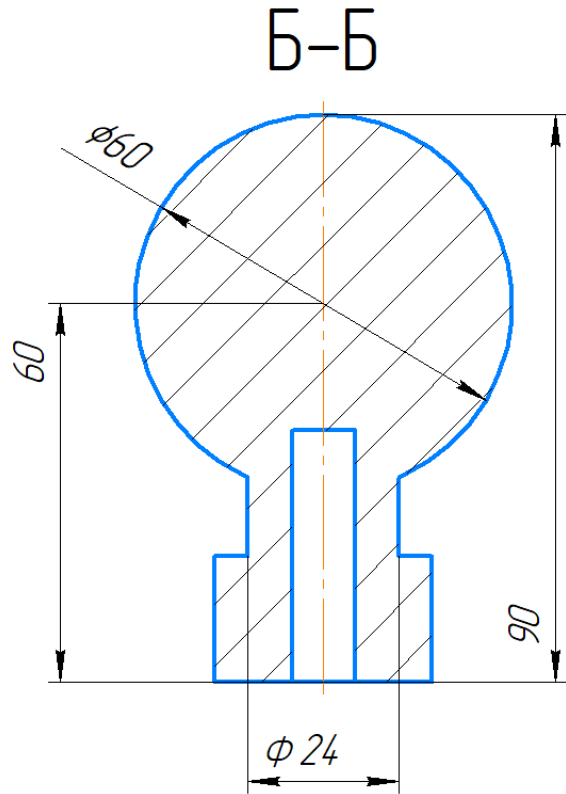
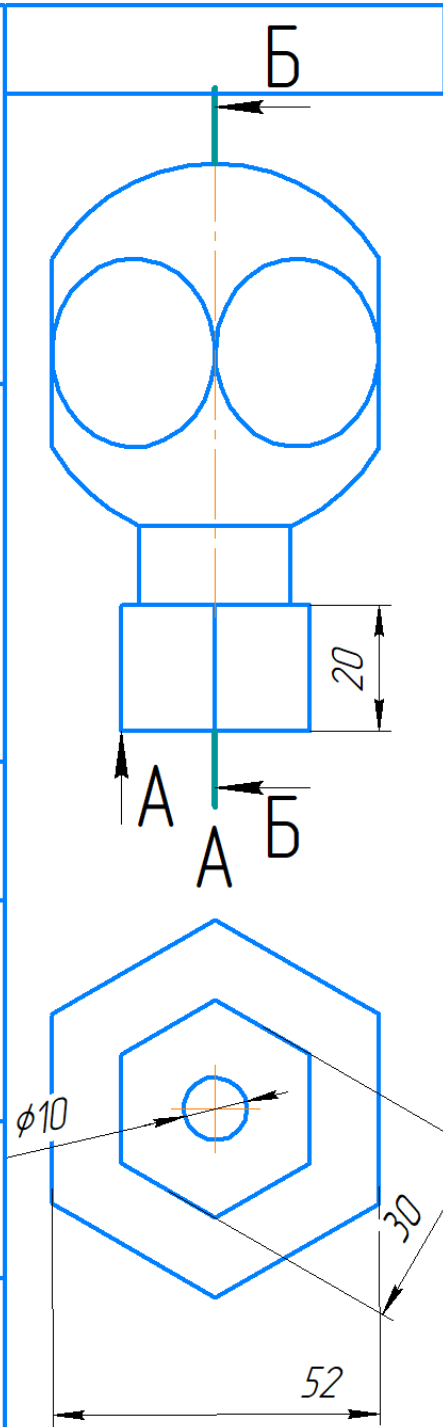
Справ. №

Подп. и дата

Инв. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				
Пров.				
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Ручка

Сталь 10 ГОСТ 1050-2013

Лист	Масса	Масштаб
	0,96	1:1
Лист	Листов	1

Не для коммерческого использования

Копировал

Формат А4

Задание № 2.

Настройки для 3D-печати:

В программе слайсере Ultimaker Cura выполнить следующие настройки:

№	Параметр	Значение
1	Выбор принтера	Anycubic Chiron
2	Настройки по умолчанию	Normal
3	Диаметр сопла	0,4 мм
4	Высота первого слоя	0,3 мм
5	Высота слоя	0,2 мм
6	Толщина стенки	1,2 мм
7	Толщина крышки	1,3 мм
8	Толщина дна	1,5 мм
9	Плотность заполнения	30%
10	Рисунок заполнения	Зигзаг
11	Температура печати	210 С
12	Температура стола	60 С
13	Скорость работы вентилятора	80%
14	Поддержки	Везде

Задание № 3

Разместить деталь таким образом на столе, чтобы количество поддержек было минимальным. Подразумевается, что они необходимы.

Сохранить g-code.

Файлы в форматах stl, и g-code. Переслать или сохранить на рабочем столе. По указанию преподавателя.

Критерии оценивания:

	10 баллов	5 баллов	0
Задание №1	Задание выполнено полностью	Задание выполнено с ошибками в размерах или не содержит элемент построения	Не выполнено. Деталь состоит из нескольких тел
Задание №2	Задание выполнено полностью	Не все настройки указаны	Не выполнено.
Задание №3	Задание выполнено полностью	любое другое расположение детали на столе для печати.	Не выполнено.

КЕЙС №2

Определение коэффициента диффузии водяных паров и диаметра молекулы водяного пара

Диффузия – это явление переноса массы вещества из точек с повышенной концентрацией в точки с пониженной концентрацией этого вещества. В случае газов изменение концентрации приводит к изменению плотности газа, в результате чего возникающий поток частиц оказывается направленным в сторону уменьшения плотности.

Коэффициент диффузии – это количественная мера скорости диффузии, равная массе вещества, проходящего за 1 секунду через участок единичной площади при условии перепада плотности газа на 1 кг/м^3 , приходящийся на единицу длины.

Согласно молекулярно-кинетической теории причиной и механизмом диффузии является тепловое движение частиц, и в случае диффузии газов коэффициент диффузии зависит от внешних условий (давления и температуры) и типа газа. Если известен коэффициент диффузии и условия проведения опыта, то можно определить, например, эффективный диаметр молекулы газа. Эффективный диаметр молекулы газа – это минимальное расстояние, на которое могут сблизиться молекулы при соударении в результате их теплового движения.

Воздух содержит водяной пар. Давление воздуха, согласно закону Дальтона, равно сумме парциальных давлений сухого воздуха и водяного пара.

Относительной влажностью называется отношение парциального давления пара к давлению насыщенного пара при той же температуре.

Рассмотрим столб жидкости в капилляре поперечного сечения S на расстоянии $h(t)$ от конца капилляра, причем конец капилляра открыт и находится под атмосферным давлением p_0 (рис. 1).

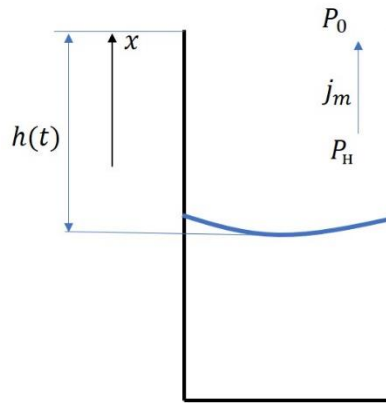


Рис. 1. Схема опыта

Над поверхностью воды давление пара постепенно становится равным давлению насыщенного пара P_n (влиянием кривизны поверхности пренебрегаем), в то время как на конце капилляра давление водяного пара равно P_0 и определяется относительной влажностью воздуха φ в лаборатории. Согласно уравнению Менделеева-Клапейрона плотность водяных паров ρ :

$$\rho = \frac{PM}{RT} \quad (1)$$

где M – молярная масса воды.

Соответственно, разность давлений пара между уровнем поверхности и концом капилляра приводит к возникновению диффузионного потока водяного пара, что приводит к испарению жидкости и уменьшению уровня водяного столба $h(t)$. Получив зависимость высоты столба жидкости от времени, можно определить коэффициент диффузии водяных паров по формуле:

$$D = \frac{\rho_{ж}RTK}{2MP_n(1-\varphi)} \quad (2)$$

В этой формуле $\rho_{ж}$ – плотность испаряющейся жидкости ($\text{кг}/\text{м}^3$), R – универсальная газовая постоянная ($R=8,307\text{Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$), T – температура в лаборатории (К), M – молярная масса жидкости ($\text{кг}/\text{моль}$), P_n – давление насыщенного пара при данной температуре (Па), φ – влажность воздуха в лаборатории, K – угловой коэффициент зависимости квадрата высоты водяного столба от времени ($\text{м}^2/\text{с}$).

Определение коэффициента взаимной диффузии водяных паров производится на установке, внешний вид которой показан на рис. 2.

На стойке располагается панель блока приборов, на которой располагается тумблер и ручка «Подсветка капилляра», позволяющая регулировать интенсивность подсветки. Внутри блока 1, закрытого кожухом, находится микроскоп 2, под объективом которого находится капилляр, наполненный исследуемой жидкостью, и рабочий элемент 3. Температура окружающего воздуха измеряется с помощью термометра.



Рис. 2. Внешний вид установки

Рабочий элемент установки показан на рис. 3. Он состоит из емкости для жидкости 4 и штока 5. Для заправки капилляра шток выдвигается, емкость заполняется жидкостью, после чего шток задвигается обратно.

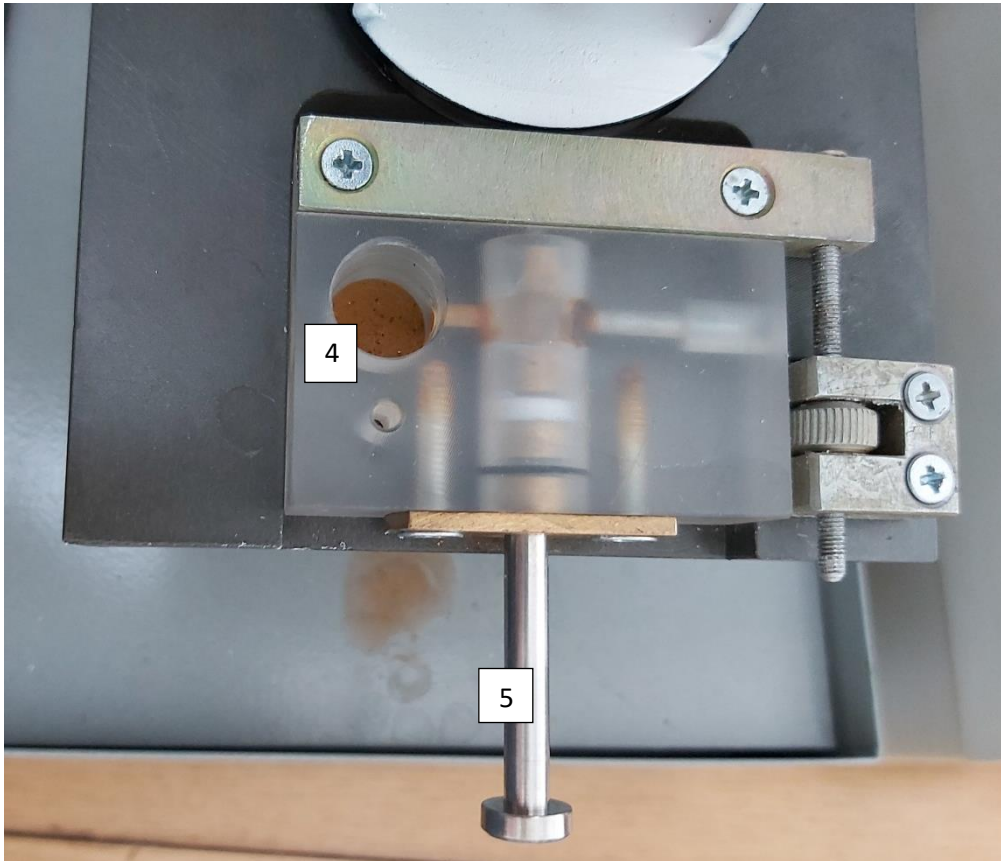


Рис. 3. Рабочий элемент

Для определения температуры и влажности в лаборатории используется психрометрическая установка (рис. 4), состоящая из сухого термометра 6 и влажного термометра 7 и психрометрическая таблица.



Рис. 4 Сухой и влажный термометры

Таблица 1. Психрометрическая таблица

Показания сухого термометра, °C	Разность показаний сухого и влажного термометра, °C									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Относительная влажность, %										
15	100	92	80	71	61	52	44	36	27	20
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32	24
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35	29
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39	32
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42	36
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43	37
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44	38
26	100	92	85	78	71	64	58	51	46	40
27	100	93	85	78	71	64	58	52	47	41
28	100	93	85	78	72	65	59	53	48	42
29	100	93	86	79	72	65	59	54	49	43
30	100	93	86	79	73	66	60	55	50	44

Задания к практической работе

1. Определите коэффициент диффузии водяного пара, значение которого должно содержать две значащие цифры.
2. Сравните полученное экспериментальное значение с табличной величиной и объясните возможные расхождения между этими значениями.

Таблица 2 Сводная таблица экспериментальных данных

Номер опыта	Время t , с	Высота столбика жидкости в капилляре h , мм	Квадрат высоты столбика жидкости в капилляре $h^2 \cdot 10^6$, мм ²
1	0	0,00100	1
2	60	0,00104	1,0816
3	120	0,00108	1,1664
4	240	0,00112	1,2544
5	360	0,00118	1,3924
6	480	0,00122	1,4884
7	600	0,00128	1,6348

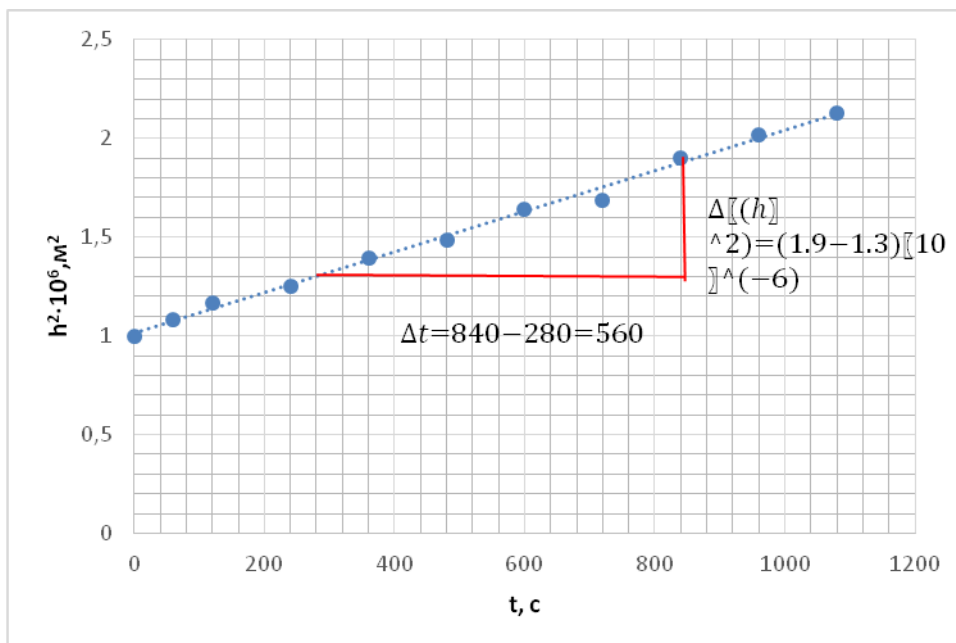
8	720	0,00130	1,6900
9	840	0,00138	1,9044
10	960	0,00142	2,0164
11	1080	0,00146	2,1316

Таблица 3. Сводная таблица экспериментальных и табличных данных

Экспериментальные данные	Угловой коэффициент K , m^2/c	$1.07 \cdot 10^{-9}$
	Температура в лаборатории T , К	297
	Давление насыщенного пара P_n , Па	2984
	Влажность φ	0,2
	Коэффициент диффузии D , m^2/c	$0,30 \cdot 10^{-4}$
Табличные данные	Молярная масса вещества M , кг/моль	0,018
	Плотность жидкости $\rho_{ж}$, $кг/м^3$	1000

1. Посчитайте h^2 и занесите полученные значения в таблицу 2
2. Подготовьте координатную плоскость для графика, выбрав удобные масштабы по оси абсцисс (время, с) и по оси ординат (h^2 , m^2). При этом нужно учитывать весь диапазон значений для времени ($0 \div 1080$, с) и h^2 ($1 \cdot 10^{-6} \div 2,13 \cdot 10^{-6}$, m^2).
3. Постройте график зависимости $h^2 = f(t)$.
4. Определите тангенс угла наклона прямой к горизонтальной оси (угловой коэффициент прямой K), как отношение соответствующих катетов. При этом

следует учесть, что длины катетов определяются по параллельным им осям, т.е. они представляют собой определенным физические величины. Занесите значение K в таблицу 3.



$$k = \frac{\Delta(h^2)}{\Delta t} = \frac{0.6 \cdot 10^{-6}}{560} = 1.07 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$$

5. С помощью сухого термометра определите температуру, при которой выполнялся опыт. Переведите измеренную температуру в кельвины и занесите это значение в таблицу 3.

6. Определите влажность воздуха, используя психрометрическую установку и таблицу 1. Занесите значение влажности в таблицу 3.

По таблице 4 определите значение давления насыщенного пара P_n используемой жидкости, соответствующее измеренной температуре и занесите его в таблицу 3.

Таблица 4. Зависимость давления насыщенного водяного пара от температуры.

$t, ^\circ\text{C}$	$P_n, \text{кПа}$	$t, ^\circ\text{C}$	$P_n, \text{кПа}$
15	1,704	24	2,984
16	1,817	25	3,168
17	1,937	26	3,363
18	2,062	27	3,567
19	2,196	28	3,782

21	2,486	29	4,008
22	2,642	30	4,246
23	2,809	31	4,495

По таблице 5 найдите значение плотности используемой жидкости ρ и занесите это значение в таблицу 3.

Таблица 5. Плотность жидкостей

Жидкость	$\rho, 10^3 \text{ кг/м}^3$
Масло	0,92
Вода	1,00
Глицерин	1,26
Ртуть	13,60

- Зная химическую формулу вещества, посчитайте его молярную массу и занесите это значение в таблицу 3.
- По формуле (2) найдите коэффициент диффузии исследуемого вещества и сравните его со значением, которое нужно найти в из таблицы 6. Сделайте вывод.

Таблица 6. Значения коэффициентов диффузии жидкостей

Вещество	Коэффициент диффузии, $10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$
Воздух-метанол ($14,5^\circ \text{ C}$)	0,132
Воздух-вода ($8,0^\circ \text{ C}$)	0,239
Воздух-этилацетат ($18,9^\circ \text{ C}$)	0,071
Воздух-этанол ($18,35^\circ \text{ C}$)	0,102
Воздух-уксусная кислота ($22,9^\circ \text{ C}$)	0,106
Воздух- бензол (20° C)	0,077
Воздух –толуол ($16,4^\circ \text{ C}$)	0,071

Форма протокола

Учащегося школы _____

ФИО _____

Вариант № _____

Сводная таблица экспериментальных и табличных данных

Экспериментальные данные	Угловой коэффициент K , m^2/c	
	Температура в лаборатории T , К	297
	Давление насыщенного пара P_n , Па	2984
	Влажность φ	0,2
	Коэффициент диффузии D , m^2/c	$0,30 \cdot 10^{-4}$
Табличные данные	Молярная масса вещества M , кг/моль	0,018
	Плотность жидкости $\rho_{ж}$, $кг/м^3$	1000

График

Выводы

Критерии оценивания:

Уровень сложности	Контролируемые требования к проверяемым умениям	№ задания	Балл	Критерии оценивания	
базовый	Математический расчет и запись результата с заданной степенью точности	1	1	Ошибка в расчетах	0
		9	1		0
повышенный	Графическое представление экспериментальных данных, обработка графиков, извлечение числовых данных из графиков	2	2	Масштаб выбран неверно	0
		3	5	График построен с ошибками	3
				График построен неверно	0
		4	3	Коэффициент К определен неверно	0
базовый	Снятие показаний приборов	5	2	Неверно сняты показания	0
базовый	Извлечение данных из справочных таблиц	6	2	Неверное прочтение данных	0
		7	2		
		8	2		
повышенный	Анализ полученного результата, умение делать вывод (не менее трех факторов, влияющих на результат опыта)	10	10	Анализ не сделан	0
				в выводе указан только один фактор, влияющий на результат опыта	3
				В выводе указаны два фактора, влияющие на результат опыта	6