

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Физическая химия»

1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания	Экзамен	Комплект контролируемых материалов для экзамена
ОПК-4: Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Экзамен	Комплект контролируемых материалов для экзамена

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Физическая химия».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Физическая химия» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал (основной и дополнительный), системно и грамотно излагает его, осуществляет полное и правильное выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций, способен ответить на дополнительные вопросы.	75-100	<i>Отлично</i>
Студент освоил изучаемый материал, осуществляет выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций с незначительными ошибками.	50-74	<i>Хорошо</i>
Студент демонстрирует освоение только основного материала, при выполнении заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций допускает отдельные ошибки, не способен систематизировать материал и делать выводы.	25-49	<i>Удовлетворительно</i>

Студент не освоил основное содержание изучаемого материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.	<25	Неудовлетворительно
--	-----	---------------------

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами

1. Применяя теоретические знания и методику решения практических задач по разделу «химическая термодинамика», рассчитать работу A , количество теплоты Q и изменение внутренней энергии ΔU в таблице 1. Рассмотреть поведение системы при различных изопроцессах.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1.3 Применяет естественнонаучные и общинженерные знания для решения задач профессиональной деятельности

Применяя теоретические знания и методику решения практических задач по разделу «химическая термодинамика», рассчитать работу A , количество теплоты Q и изменение внутренней энергии ΔU в таблице 1. Рассмотреть поведение системы при различных изопроцессах.

Таблица 1

Вариант 1	15 грамм аргона содержатся под давлением 1,5 атм при температуре 15 ⁰ С. Определить количество теплоты, работу и изменение внутренней энергии газа, при изобарном нагревании до 45 ⁰ С. Рассмотреть поведение системы при изобарном процессе.
Вариант 2	100 литров азота, находящегося при давлении 5 бар, изобарно охлаждают до объема 50 литров. Определить количество теплоты, работу и изменение внутренней энергии газа. Рассмотреть поведение системы при изобарном процессе.
Вариант 3	64 грамма кислорода находятся при нормальных условиях. Найти работу расширения A , количество теплоты Q и изменение внутренней энергии ΔU при изохорном нагревании до давления 2 атм. Рассмотреть поведение системы при изохорном процессе.
Вариант 4	Оксид азота (II) в количестве $m=100$ г занимает объем 100 литров. Определить теплоту работу и измерение внутренней энергии газа при изохорном нагревании до достижения давления от атмосферного до 2,5 атм. Рассмотреть поведение системы при изохорном процессе.
Вариант 5.	Один моль идеального газа, взятого при 25 °С и 100 атм, расширяется обратимо и изотермически до 5 атм. Рассчитайте работу, поглощенную теплоту, изменение внутренней энергии. Рассмотреть поведение системы при изотермическом процессе.
Вариант 6	Хлор в количестве $m=200$ г находится при температуре 25 ⁰ С и давлении 101325 Па. Определить теплоту работу и измерение внутренней энергии газа при изотермическом расширении до объема $V=0,16$ м ³ . Рассмотреть поведение системы при изотермическом процессе.
Вариант 7	Определить работу и изменение внутренней энергии адиабатного сжатия 1 моля двухатомного идеального газа при повышении температуры от 15 до 25 °С. Рассмотреть поведение системы при адиабатическом процессе.
Вариант 8	Гелий в количестве 50 г находится при нормальных условиях. Определить работу и измерение внутренней энергии газа при адиабатическом расширении до объема 0,5 м ³ . Какой при этом окажется конечная температура газа? Рассмотреть поведение системы при адиабатическом процессе.

2.Применяя теоретические знания и методику решения практических задач по разделу «Термохимия», рассчитать тепловые эффекты термохимических процессов, при изготовлении и модификации свойств материалов в (таблица 1). Пояснить от чего зависят тепловые эффекты реакций.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1.3 Применяет естественнонаучные и общинженерные знания для решения задач профессиональной деятельности

Применяя теоретические знания и методику решения практических задач по разделу «Термохимия», рассчитать тепловые эффекты термохимических процессов, при изготовлении и модификации свойств материалов в (таблица 1). Пояснить от чего зависят тепловые эффекты реакций.

Таблица 1

№ варианта	Задание																								
1.	Для реакции крекинга метана $CH_4(г) = C(м) + 2H_2(г) + \Delta H^0_r$. Рассчитать ΔH^0_r , используя значение стандартных теплот сгорания веществ (кДж/моль): $\Delta H^0_{с CH_4(г)} = -890,31$; $\Delta H^0_{с C(т)} = -393,51$; $\Delta H^0_{с H_2(г)} = -285,84$ Определить экзо- или эндотермической является данная реакция.																								
2.	Вывести температурную зависимость теплового эффекта реакции $N_{2(г)} + O_{2(г)} = 2NO(г)$																								
3.	Для реакции $CaCO_3 = CaO + CO_2$ Найти изменение энергии Гиббса реакции по методу Темкина–Шварцмана при $T = 1100\text{ }^0K$ и сравнить ее значение с рассчитанным без учета температурной зависимости теплового эффекта и изменения энтропии. Стандартные значения энтальпии, энтропии, температурных коэффициентов веществ																								
	<table><tr><td></td><td>ΔH^0_f (кДж/моль)</td><td>S^0_f (Дж/моль·К)</td><td>a</td><td>$b \cdot 10^3$</td><td>$c \cdot 10^{-5}$</td></tr><tr><td>CaCO₃</td><td>- 1206,83</td><td>91,71</td><td>104,52</td><td>21,92</td><td>- 25,94</td></tr><tr><td>CaO</td><td>- 635,09</td><td>38,07</td><td>49,62</td><td>4,52</td><td>- 6,95</td></tr><tr><td>CO₂</td><td>- 393,51</td><td>213,66</td><td>44,14</td><td>9,04</td><td>- 8,54</td></tr></table>		ΔH^0_f (кДж/моль)	S^0_f (Дж/моль·К)	a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$	CaCO ₃	- 1206,83	91,71	104,52	21,92	- 25,94	CaO	- 635,09	38,07	49,62	4,52	- 6,95	CO ₂	- 393,51	213,66	44,14	9,04	- 8,54
	ΔH^0_f (кДж/моль)	S^0_f (Дж/моль·К)	a	$b \cdot 10^3$	$c \cdot 10^{-5}$																				
CaCO ₃	- 1206,83	91,71	104,52	21,92	- 25,94																				
CaO	- 635,09	38,07	49,62	4,52	- 6,95																				
CO ₂	- 393,51	213,66	44,14	9,04	- 8,54																				
4.	Дана реакция: $2SO_2 + O_2 = 2 SO_3$. Вычислить тепловой эффект приведенной реакции при 298 К: а) при $P = const$; б) при $V = const$. Тепловые эффекты образования веществ при стандартных условиях следует взять из справочника.																								
5.	Вычислить расход теплоты, необходимый для нагревания 116,2 г ацетона с 298 до 500 °К, если молярная теплоемкость паров ацетона 31,59 Дж/моль·К.																								
6.	Определить стандартное изменение энтальпии реакции горения метана, $CH_4(г.) + 2O_2(г.) = CO_2(г.) + 2H_2O(г.)$, зная, что энтальпии образования $CO_2(г.)$, $H_2O(г.)$ и $CH_4(г.)$ равны соответственно –393,5; –241,8 и –74,8 кДж/моль.																								
7.	При восстановлении 12,7 г оксида меди (II) углем с образованием CO поглощается 8,23 кДж. Определить ΔH^0_{298} образования CuO, если стандартная теплота образования CO равна –110,6 кДж/моль.																								
8.	Определить количество теплоты, выделяющейся при гашении 500 кг извести водой, если стандартные теплоты образования CaO , H_2O и $Ca(OH)_2$ равны – 636,9; –285,8 и –988 кДж/моль соответственно.																								
9.	Определить, какое количество теплоты выделится при взаимодействии 30 кг P_2O_5 с водой $P_2O_5 + H_2O = 2HPO_3$, если стандартные теплоты образования P_2O_5 , H_2O и HPO_3 равны –1508,4, –285,8 и –956,2 кДж/моль соответственно.																								
10.	Энтальпия диссоциации карбоната кальция при 900 °С и давлении 1 атм равна 178 кДж/моль. Выведите уравнение зависимости энтальпии реакции от температуры и рассчитайте количество теплоты, поглощенное при разложении 1 кг карбоната кальция при 1000 °С и 1 атм, если даны молярные теплоемкости (в Дж/(моль·К)): $C_p(CaCO_{3(мс)}) = 104,5 + 21,92 \cdot 10^{-3}T - 25,94 \cdot 10^5T^{-2}$, $C_p(CaO_{(мс)}) = 49,63 + 4,52 \cdot 10^{-3}T - 6,95 \cdot 10^5T^{-2}$, $C_p(CO_{2(г)}) = 44,14 + 9,04 \cdot 10^{-3}T - 8,53 \cdot 10^5T^{-2}$.																								

3.Применяя теоретические знания по разделу «Термохимия», вывести аналитическую зависимость теплового эффекта (Дж) приведенной реакции от температуры, если известен тепловой эффект этой реакции при 298 К. Построить графики зависимостей $\Sigma\Delta C_{p,кон} = f(T)$; $\Sigma\Delta C_{p,исх} = f(T)$; $\Delta H_{OT} = f(T)$ в том интервале температур, для которого справедливо выведенное уравнение зависимости $\Delta H_{OT} = f(T)$, определить графически ($\square\Delta\square/\square\square$) при температуре T_1 . Рассчитать ΔC_p при этой температуре.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1.3 Применяет естественнонаучные и общинженерные знания для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1 Измеряет параметры процессов, протекающих при изготовлении и модификации свойств материалов

Применяя теоретические знания по разделу «Термохимия», вывести аналитическую зависимость теплового эффекта (Дж) приведенной реакции от температуры, если известен тепловой эффект этой реакции при 298 К. Построить графики зависимостей $\Sigma \Delta C_{p, \text{кон}} = f(T)$; $\Sigma \Delta C_{p, \text{исх}} = f(T)$; $\Delta H^0_T = f(T)$ в том интервале температур, для которого справедливо выведенное уравнение зависимости $\Delta H^0_T = f(T)$, определить графически $(d\Delta H/dT)$ при температуре T_1 . Рассчитать ΔC_p при этой температуре.

Дана реакция и температуры:



Вариант	T, К	T ₁ , К
1.	900	800
2.	1000	900
3.	1100	1000
4.	1200	1100
5.	1300	1200

Выведите аналитическую зависимость теплового эффекта (Дж) приведенной реакции от температуры, если известен тепловой эффект этой реакции при 298 К.

Уравнения зависимости $C_{op} = f(T)$ соответствуют соотношениям:

$$\Delta C = \Delta a + \Delta bT + \Delta cT^2 - (\text{для органических веществ})$$

и

$$\Delta C = \Delta a + \Delta bT + \Delta c' T^{-2} - (\text{для неорганических веществ}).$$

Вычислите тепловой эффект реакции при температуре T. Постройте графики зависимостей:

$$\Sigma \Delta C_{p, \text{кон}} = f(T);$$

$$\Sigma \Delta C_{p, \text{исх}} = f(T);$$

$$\Delta H^0_T = f(T)$$

в том интервале температур, для которого справедливо выведенное уравнение зависимости $\Delta H^0_T = f(T)$ вида

$$\Delta H_T - \Delta H_{298} = \Delta a (T - 298) + \Delta b/2 \cdot 10^{-3} (T^2 - 298^2) + \Delta d/3 \cdot 10^{-6} (T^3 - 298^3) - \Delta c' (1/T - 1/298).$$

Определите графически $(d\Delta H/dT)$ при температуре T_1 . Рассчитайте ΔC_p при этой температуре.

Таблица 2.1 Справочные данные для веществ, участвующих в приведенной в задаче реакции

Вещество	$\Delta H^0_f, 298,$ кДж/ моль	$C_p^0 = f(T), \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$		
		a	$b \cdot 10^3$	$c' \cdot 10^{-5}$
S2	128,37	36,11	1,09	-3,51
H2O	-241,81	30,00	10,71	0,33
SO2	-296,90	46,19	7,87	-7,70
H2	0	27,28	3,26	0,50
$\Sigma P_{\text{кон}}$	-296,90	100,75	14,39	-6,70
$\Sigma P_{\text{исх}}$	-419,435	78,055	21,965	-1,095
Δ	122,535	22,695	-7,57	-5,605

4.Применяя теоретические знания по разделу «Химическое равновесие»: 1) построить график зависимости $\lg P$ от $1/T$; 2) определить по графику координаты тройной точки; 3) рассчитать среднюю теплоту испарения и возгонки; 4) построить график зависимости давления насыщенного пара от температуры; 5) определить теплоту плавления вещества при температуре тройной точки; 6) вычислить dT/dP для процесса плавления при температуре тройной точки; 7) вычислить температуру плавления вещества при давлении P , Па; 8) вычислить изменение энтропии, энергии Гиббса и Гельмгольца, энтальпии и внутренней энергии для процесса возгонки 1 моль вещества в тройной точке; 9) определить число термодинамических степеней свободы при следующих значениях температуры и давления.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1.3 Применяет естественнонаучные и общинженерные знания для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1 Измеряет параметры процессов, протекающих при изготовлении и модификации свойств материалов

Применяя теоретические знания по разделу «Химическое равновесие»: 1) построить график зависимости $\lg P$ от $1/T$; 2) определить по графику координаты тройной точки; 3) рассчитать среднюю теплоту испарения и возгонки; 4) построить график зависимости давления насыщенного пара от температуры; 5) определить теплоту плавления вещества при температуре тройной точки; 6) вычислить dT/dP для процесса плавления при температуре тройной точки; 7) вычислить температуру плавления вещества при давлении P , Па; 8) вычислить изменение энтропии, энергии Гиббса и Гельмгольца, энтальпии и внутренней энергии для процесса возгонки 1 моль вещества в тройной точке; 9) определить число термодинамических степеней свободы при следующих значениях температуры и давления.

По зависимости давления насыщенного пара от температуры и плотности данного вещества А (табл. 1) с молекулярной массой M в твердом и жидком состояниях ($\rho_{\text{тв}}$ и $\rho_{\text{ж}}$ в кг/м^3) в тройной точке (тр.т):

- 1) постройте график зависимости $\lg P$ от $1/T$;
 - 2) определите по графику координаты тройной точки;
 - 3) рассчитайте среднюю теплоту испарения и возгонки;
 - 4) постройте график зависимости давления насыщенного пара от температуры;
 - 5) определите теплоту плавления вещества при температуре тройной точки;
 - 6) вычислите dT/dP для процесса плавления при температуре тройной точки;
 - 7) вычислите температуру плавления вещества при давлении P , Па;
 - 8) вычислите изменение энтропии, энергии Гиббса и Гельмгольца, энтальпии и внутренней энергии для процесса возгонки 1 моль вещества в тройной точке;
 - 9) определите число термодинамических степеней свободы при следующих значениях температуры и давления:
- а) $T_{\text{тр.т}}$, $P_{\text{тр.т}}$; б) $T_{\text{нтк}}$, $P=1$ атм; в) $T_{\text{нтк}}$ (при нормальной температуре кипения), $P_{\text{тр.т}}$.

Таблица 1. Исходные данные для решения задачи

Состояние				Условия
твердое состояние		жидкое состояние		
Т, К	Р, Па	Т, К	Р, Па	
131	1333	137	6665	М= 68 Р = 300·10 ⁵ Па d _{тв} =1450 d _ж =1434
135	1999,5	141	7331,5	
137	2666	145	8664,5	
139,2	3999	146	9997,5	
141,5	5332	149	12663	
144,0	7998	151,4	15996	
146	9997,5			

Таблица 2. К построению графика в координатах $\lg P$ от $1/T$ для твердого состояния вещества

T, К	$1/T \cdot 10^2$	P, Па	$\lg P$
131	0,763	1333	3,125
135	0,741	1999,5	3,301
137	0,730	2666	3,426
139,2	0,718	3999	3,602
141,5	0,707	5332	3,727
144,0	0,694	7998	3,903
146	0,685	9997,5	4,000

Таблица 3. К построению графика в координатах $\lg P$ от $1/T$ для жидкого состояния вещества

T, К	$1/T \cdot 10^2$	P, Па	$\lg P$
137	0,730	6665	3,824
141	0,709	7331,5	3,865
145	0,690	8664,5	3,938
146	0,685	9997,5	4,000
149	0,671	12663	4,103
151,4	0,661	15996	4,204

5.Применяя теоретические знания по разделу «Термодинамическая классификация растворов» и используя зависимости давления насыщенного пара от температуры над жидким и твердым чистым растворителем, протекающих при изготовлении растворов:

- 1) вычислите молекулярную массу растворенного вещества;
- 2) определите молярную и моляльную концентрации раствора;
- 3) вычислите осмотическое давление раствора;
- 4) постройте кривую $P = f(T)$ для данного раствора и растворителя;
- 5) определите графически температуру, при которой давление пара над чистым растворителем будет равно P Па;
- 6) определите графически повышение температуры кипения при давлении P раствора данной концентрации C ;
- 7) вычислите эбулиоскопическую постоянную всеми возможными способами и сравните эти величины между собой при нормальной температуре кипения ($T_{н.т.к}$);
- 8) определите понижение температуры замерзания раствора;
- 9) вычислите криоскопическую постоянную.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1.3 Применяет естественнонаучные и общинженерные знания для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1 Измеряет параметры процессов, протекающих при изготовлении и модификации свойств материалов

Применяя теоретические знания по разделу «Термодинамическая классификация растворов» и используя зависимости давления насыщенного пара от температуры над жидким и твердым чистым растворителем, протекающих при изготовлении растворов:

- 1) вычислите молекулярную массу растворенного вещества;
- 2) определите молярную и моляльную концентрации раствора;
- 3) вычислите осмотическое давление раствора;
- 4) постройте кривую $P = f(T)$ для данного раствора и растворителя;
- 5) определите графически температуру, при которой давление пара над чистым растворителем будет равно P Па;
- 6) определите графически повышение температуры кипения при давлении P раствора данной концентрации C ;
- 7) вычислите эбулиоскопическую постоянную всеми возможными способами и сравните эти величины между собой при нормальной температуре кипения ($T_{н.т.к}$);
- 8) определите понижение температуры замерзания раствора;
- 9) вычислите криоскопическую постоянную.

При температуре $T = 149$ К давление пара раствора концентрации 3 % неизвестного нелетучего вещества в жидком растворителе $P = 12420$ Па; плотность этого раствора $\rho = 1780$ кг/м³. Зависимости давления насыщенного пара от температуры над жидким и твердым чистым растворителем приведены рисунке 1.

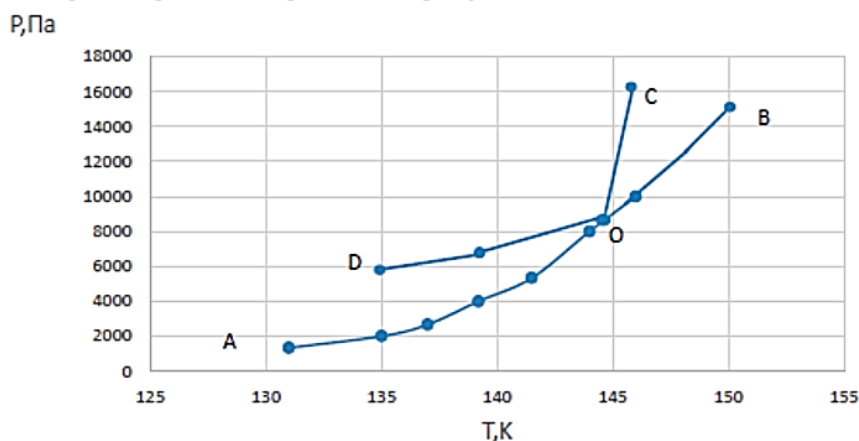


Рис. 1. График зависимости давления насыщенного пара чистого вещества от температуры

- 1) вычислите молекулярную массу растворенного вещества;
- 2) определите молярную и моляльную концентрации раствора;
- 3) вычислите осмотическое давление раствора;
- 4) постройте кривую $P = f(T)$ для данного раствора и растворителя;
- 5) определите графически температуру, при которой давление пара над чистым растворителем будет равно P Па;
- 6) определите графически повышение температуры кипения при давлении P раствора данной концентрации C ;
- 7) вычислите эбулиоскопическую постоянную всеми возможными способами и сравните эти величины между собой при нормальной температуре кипения ($T_{н.т.к}$);
- 8) определите понижение температуры замерзания раствора;
- 9) вычислите криоскопическую постоянную.

Таблица 1. Исходные данные для решения задачи

Массовая доля нелетучего вещества, %	Молярная масса растворителя	P , Па	T , К	ρ , кг/м ³
3	68	12420	149	1780

6.Применяя естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности, обработать и представить экспериментальные данные при изготовлении растворов по разделу «Термодинамическая классификация растворов» и подразделу «Неограниченно смешивающиеся жидкие системы»: 1) построить график зависимости состава пара от состава жидкости при постоянном давлении; 2) построить диаграмму кипения системы CH_3OCH_3 (A) – CH_3OH (B); 3) определить температуру кипения системы с молярным содержанием a % вещества A; каков состав первого пузырька пара над этой системой; при какой температуре закончится кипение системы; каков состав последней капли жидкой фазы? 4) определить состав пара, находящегося в равновесии с жидкой фазой, кипящей при температуре T_1 ; 5) при помощи какого эксперимента можно установить состав жидкой бинарной системы, если она начинает кипеть при температуре T_1 при наличии диаграммы кипения системы? 6) какой компонент и в каком количестве может быть выделен из системы, состоящей из b кг вещества A и c кг вещества B? 7) какого компонента и какое количество надо добавить к указанной в п.6 смеси, чтобы получилась азеотропная система? 8) какое количество вещества A будет в парах и в жидкой фазе, если 2 кг смеси с молярным содержанием a % вещества A нагреть до температуры T_1 ?

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1.3 Применяет естественнонаучные и общинженерные знания для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1 Измеряет параметры процессов, протекающих при изготовлении и модификации свойств материалов

Применяя естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности, обработать и представить экспериментальные данные при изготовлении растворов по разделу «Термодинамическая классификация растворов» и подразделу «Неограниченно смешивающиеся жидкие системы»: 1) построить график зависимости состава пара от состава жидкости при постоянном давлении; 2) построить диаграмму кипения системы CH_3OCH_3 (А) – CH_3OH (В); 3) определить температуру кипения системы с молярным содержанием a % вещества А; каков состав первого пузырька пара над этой системой; при какой температуре закончится кипение системы; каков состав последней капли жидкой фазы? 4) определить состав пара, находящегося в равновесии с жидкой фазой, кипящей при температуре T_1 ; 5) при помощи какого эксперимента можно установить состав жидкой бинарной системы, если она начинает кипеть при температуре T_1 при наличии диаграммы кипения системы? 6) какой компонент и в каком количестве может быть выделен из системы, состоящей из b кг вещества А и c кг вещества В? 7) какого компонента и какое количество надо добавить к указанной в п.6 смеси, чтобы получилась азеотропная система? 8) какое количество вещества А будет в парах и в жидкой фазе, если 2 кг смеси с молярным содержанием a % вещества А нагреть до температуры T_1 ?

Дана зависимость составов жидкой фазы и находящегося с ней в равновесии пара от температуры для двухкомпонентной жидкой системы CH_3OCH_3 (А) – CH_3OH (В) (табл. 1, табл. 2) при постоянном давлении. Молярный состав жидкой фазы x и насыщенного пара y выражен в процентах вещества А. По приведенным данным:

- 1) постройте график зависимости состава пара от состава жидкости при постоянном давлении;
- 2) постройте диаграмму кипения системы CH_3OCH_3 (А) – CH_3OH (В);
- 3) определите температуру кипения системы с молярным содержанием a % вещества А; каков состав первого пузырька пара над этой системой; при какой температуре закончится кипение системы; каков состав последней капли жидкой фазы?
- 4) определите состав пара, находящегося в равновесии с жидкой фазой, кипящей при температуре T_1 ;
- 5) при помощи какого эксперимента можно установить состав жидкой бинарной системы, если она начинает кипеть при температуре T_1 при наличии диаграммы кипения системы?
- 6) какой компонент и в каком количестве может быть выделен из системы, состоящей из b кг вещества А и c кг вещества В?
- 7) какого компонента и какое количество надо добавить к указанной в п.6 смеси, чтобы получилась азеотропная система?
- 8) какое количество вещества А будет в парах и в жидкой фазе, если 2 кг смеси с молярным содержанием a % вещества А нагреть до температуры T_1 ?
- 9) определите вариантность системы в азеотропной точке.

Таблица 1. Исходные данные для решения задачи

Система	$P \cdot 10^{-4}$, Па	Молярный состав А, %		Т, К
		x – жидкая фаза	y – пар	
А- CH_3OCH_3 В- CH_3OH	10,133	0,0	0,0	337,7
		4,8	14,0	335,9
		17,6	31,7	333,1
		28,0	42,0	331,3
		40,0	51,6	330,2
		60,0	65,6	329,1
		80,0	80,0	328,6
		90,0	94,0	328,8
		99,0	9,0	329,1
		100,0	100,0	329,5

Таблица 2 Исходные данные для решения задачи

T_1 , К	a , %	b , кг	c , кг
329,25	60	73	27
	62	75	25
	65	78	22
	68	81	19

7. Применяя естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности, обработать и представить экспериментальные данные при изготовлении растворов по разделу «Термодинамическая классификация растворов» и подразделу «Гетерогенные равновесия в бинарных системах, содержащих жидкую и твердую фазу»: 1) постройте диаграмму фазового состояния (диаграмму плавкости) системы А–В (по данным табл. 1); 2) обозначьте точками: I – жидкий расплав, содержащий a % (табл. 2) вещества А при температуре T_1 ; II – расплав, содержащий a % вещества А, находящийся в равновесии с кристаллами химического соединения; III – систему, состоящую из твердого вещества А, находящегося в равновесии с расплавом, содержащим b % (см. табл. 2) вещества А; IV – равновесие фаз одинакового состава; V – равновесие трех фаз; 3) определите состав устойчивого химического соединения; 4) определите качественный и количественный составы эвтектик; 5) вычертите все типы кривых охлаждения, возможные для данной системы, укажите, каким составам на диаграмме плавкости эти кривые соответствуют; 6) в каком фазовом состоянии находятся системы, содержащие c , d , e % (табл. 2) вещества А при температуре T_1 ? Что произойдет с этими системами, если их охладить до температуры T_2 ? 7) определите число фаз и число условных термодинамических степеней свободы системы при эвтектической температуре и молярной доле компонента А 95 и 5 %; 8) при какой температуре начнет отвердевать расплав, содержащий c % вещества А? При какой температуре он отвердеет полностью? Каков состав первых кристаллов? 9) при какой температуре начнет плавиться система, содержащая d % вещества А? При какой температуре она расплавится полностью? Каков состав первых капель расплава? 10) вычислите теплоты плавления веществ А и В; 11) какой компонент и сколько его выкристаллизуется из системы, если 2 кг расплава, содержащего a % вещества А, охладить от T_1 до T_2 ?

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1.3 Применяет естественнонаучные и общинженерные знания для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1 Измеряет параметры процессов, протекающих при изготовлении и модификации свойств материалов

Применяя естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности, обработать и представить экспериментальные данные при изготовлении растворов по разделу «Термодинамическая классификация растворов» и подразделу «Гетерогенные равновесия в бинарных системах, содержащих жидкую и твердую фазу»: 1) постройте диаграмму фазового состояния (диаграмму плавкости) системы А–В (по данным табл. 1); 2) обозначьте точками: I – жидкий расплав, содержащий a % (табл. 2) вещества А при температуре T_1 ; II – расплав, содержащий a % вещества А, находящийся в равновесии с кристаллами химического соединения; III – систему, состоящую из твердого вещества А, находящегося в равновесии с расплавом, содержащим b % (см. табл. 2) вещества А; IV – равновесие фаз одинакового состава; V – равновесие трех фаз; 3) определите состав устойчивого химического соединения; 4) определите качественный и количественный составы эвтектик; 5) вычертите все типы кривых охлаждения, возможные для данной системы, укажите, каким составам на диаграмме плавкости эти кривые соответствуют; 6) в каком фазовом состоянии находятся системы, содержащие c , d , e % (табл. 2) вещества А при температуре T_1 ? Что произойдет с этими системами, если их охладить до температуры T_2 ? 7) определите число фаз и число условных термодинамических степеней свободы системы при эвтектической температуре и молярной доле компонента А 95 и 5 %; 8) при какой температуре начнет отвердевать расплав, содержащий c % вещества А? При какой температуре он отвердеет полностью? Каков состав первых кристаллов? 9) при какой температуре начнет плавиться система, содержащая d % вещества А? При какой температуре она расплавится полностью? Каков состав первых капель расплава? 10) вычислите теплоты плавления веществ А и В; 11) какой компонент и сколько его выкристаллизуется из системы, если 2 кг расплава, содержащего a % вещества А, охладить от T_1 до T_2 ?

На основании температур начала кристаллизации двухкомпонентной системы:

1) постройте диаграмму фазового состояния (диаграмму плавкости) системы А–В (по данным табл. 1);

2) обозначьте точками: I – жидкий расплав, содержащий a % (табл. 2) вещества А при температуре T_1 ; II – расплав, содержащий a % вещества А, находящийся в равновесии с кристаллами химического соединения; III – систему, состоящую из твердого вещества А, находящегося в равновесии с расплавом, содержащим b % (см. табл. 2) вещества А; IV – равновесие фаз одинакового состава; V – равновесие трех фаз;

3) определите состав устойчивого химического соединения;

4) определите качественный и количественный составы эвтектик;

5) вычертите все типы кривых охлаждения, возможные для данной системы, укажите, каким составам на диаграмме плавкости эти кривые соответствуют;

6) в каком фазовом состоянии находятся системы, содержащие c , d , e % (табл. 2) вещества А при температуре T_1 ? Что произойдет с этими системами, если их охладить до температуры T_2 ?

7) определите число фаз и число условных термодинамических степеней свободы системы при эвтектической температуре и молярной доле компонента А 95 и 5 %;

8) при какой температуре начнет отвердевать расплав, содержащий c % вещества А? При какой температуре он отвердеет полностью? Каков состав первых кристаллов?

9) при какой температуре начнет плавиться система, содержащая d % вещества А? При какой температуре она расплавится полностью? Каков состав первых капель расплава?

10) вычислите теплоты плавления веществ А и В;

11) какой компонент и сколько его выкристаллизуется из системы, если 2 кг расплава, содержащего a % вещества А, охладить от T_1 до T_2 ?

Таблица 1. Исходные данные для решения задачи

Система	Молярная доля, А, %	Температура начала кристаллизации, К	Молярная доля, А, %	Температура начала кристаллизации, К
А – CdCl_2 В – TiCl	0	702	50	699
	10	656	57,5	697
	20	604	67,5	673
	28	572	80	754
	30	589	85	777
	36,5	645	95	823
	47	694	100	841

Таблица 2. Исходные данные для решения задачи

T ₁ , К	a	b	c	d	e	T ₂ , К
773	42	80	10	40	90	643
	45	75	15	38	91	
	48	72	11	46	89	
	49	83	13	40	94	

8. Электрохимия и ее применение для решения теоретических и прикладных задач в исследованиях, анализе диагностики и моделирования свойств веществ и материалов. Применяя естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности, обработать и представить экспериментальные данные при оценке электрохимических свойств электролитов по разделу «Электрохимия».

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ОПК-1.3 Применяет естественнонаучные и общинженерные знания для решения задач профессиональной деятельности
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1 Измеряет параметры процессов, протекающих при изготовлении и модификации свойств материалов

Применяя естественнонаучные знания для решения задач профессиональной деятельности, обработать и представить экспериментальные данные при оценке электрохимических свойств электролитов по разделу «Электрохимия».

1. Дано: водный раствор HCN.

Используя данные о свойствах растворов HCN в воде (табл. 1):

1) постройте графики зависимости удельной и эквивалентной электрических проводимостей растворов HCN от разведения V;

2) проверьте, подчиняются ли растворы HCN в воде закону разведения Оствальда;

3) вычислите для растворов HCN по данным зависимости эквивалентной электрической проводимости от концентрации эквивалентную электрическую проводимость при бесконечном разведении и сопоставьте результат со справочными данными.

Таблица 1 Характеристики раствора HCN в воде (задача 1)

№ п/п	Концентрация, С, моль/л	Разведение, V, л/моль	$\kappa \cdot 10^{-3}$, Ом·м	Эквивалентная электропроводность, $\kappa \cdot 10^4$, См·м ⁻¹	Удельная электропроводность, $\lambda \cdot 10^3$, См·см ² ·моль ⁻¹
1	0,1	10,00	3,10	3,226	32,26
2	0,05	20,00	4,37	2,288	45,76
3	0,03	33,30	5,84	1,712	57,06
4	0,01	100,00	10,10	0,990	99,00
5	0,005	200,00	14,30	0,699	139,80
6	0,003	333,30	18,30	0,546	182,00
7	0,001	1000,00	31,90	0,313	313,00

2. Рассчитайте эквивалентную электрическую проводимость λ_{∞} BaCl₂ при 298 К, если эквивалентные электрические проводимости при бесконечном разведении для растворов SrCl₂, Ba(NO₃)₂, Sr(NO₃)₂ равны 0.0136, 0.0132, 0.01318 См·м²·моль⁻¹, соответственно.

3. Удельное сопротивление насыщенного раствора труднорастворимой соли А при 298 К равно ρ . Удельное сопротивление воды при той же температуре $\rho_{H_2O} = 1 \cdot 10^4$ Ом · м. Вычислите:

1) растворимость соли А в чистой воде;

2) произведение растворимости вещества А, приняв, что коэффициенты активности ионов $\gamma_{\pm} = 1$ (растворы сильно разбавлены);

3) растворимость вещества А в растворе, содержащем 0,01 моль вещества В;

4) растворимость вещества А в растворе, содержащем 0,01 моль вещества С. Вещества А, В, С полностью диссоциированы.

Таблица 2. Исходные данные для решения задачи 3

$\kappa \cdot 10^{-4}$, Ом·м	Вещество		
	А	В	С
0,0248	PbSO ₄	Li ₂ SO ₄	KBr

9. Кинетика гомогенных и гетерогенных процессов.

Применяя теоретические знания для решения задач профессиональной деятельности, обработать и представить экспериментальные данные при оценке кинетики процесса и зависимости скорости реакций от концентрации и температуры по разделу «Химическая кинетика».

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и	ОПК-1.3 Применяет естественнонаучные и инженерные знания для решения задач профессиональной деятельности

общеинженерные знания	
ОПК-4 Способен проводить измерения и наблюдения в сфере профессиональной деятельности, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-4.1 Измеряет параметры процессов, протекающих при изготовлении и модификации свойств материалов

Применяя теоретические знания для решения задач профессиональной деятельности, обработать и представить экспериментальные данные при оценке кинетики процесса и зависимости скорости реакций от концентрации и температуры по разделу «Химическая кинетика».

Задача 1

Определите порядок и константу скорости реакции, протекающей при заданной температуре Т, К, пользуясь данными о ходе процесса во времени t (с начала реакции).

Таблица 1 Исходные данные для решения задачи 1

Реакция	t, мин	a-x	T, К
$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ a=b – начальные концентрации $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ и NaOH моль/л; x – убыль исходных веществ, моль/л	0	0,0200	293,7
	300	0,0128	
	900	0,00766	
	1380	0,00540	
	2100	0,00422	
	3300	0,00289	
	7200	0,00138	

Порядок реакции можно определить графически. Для этого необходимо сделать некоторые преобразования.

Закономерность изменения концентрации вещества со временем для реакции второго порядка, при равных концентрациях исходных веществ, имеет следующий вид:

$$a-x = 1/(1/a + k \cdot t),$$

где x – убыль вещества в результате реакции.

Эту закономерность можно линеаризовать в координатах $1/(a-x)$ от t:

$$1/(a-x) = 1/a + k \cdot t;$$

Если график функции в этих координатах будет представлять собой прямую, то второй порядок реакции можно будет считать доказанным.

Подготовим данные для построения графика (табл. 2).

Таблица 2. Исходные данные к построению графика зависимости Y от t

№ п/п	t, мин	a-x	$Y=1/(a-x)$
	0	0,0200	50,0
1	300	0,0128	78,1
2	900	0,00766	130,5
3	1380	0,00540	185,2
4	2100	0,00422	237,0
5	3300	0,00289	346,0
6	7200	0,00138	724,6

Задача 2

По значениям констант скоростей реакции при двух температурах определите энергию активации, константу скорости при температуре Т₃, температурный коэффициент скорости и количество вещества, израсходованное за время t, если начальные концентрации равны с₀. Учтите, что порядок реакции и молекулярность совпадают. В решаемой задаче порядок реакции равен единице.

Таблица 3. Исходные данные для решения задачи 2

Реакция	T ₁ , К	k ₁ , мин ⁻¹	T ₂ , К	k ₂ , мин ⁻¹	T ₃ , К	t, мин	C ₀ , моль/л
$\text{KClO}_3 + 6\text{FeSO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KCl} + 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	283,2	1,00	305,2	7,15	383,2	35	1,67

4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.