

ФХМА

Хроматографические методы анализа

Варианты контрольных заданий
по дисциплине « Аналитическая химия»
для студентов II курса ИШПР и ИШНПТ
направления 18.03.01 «Химическая технология»

Томск 2024

ВАРИАНТ 1

1. Из 100.0 мл анализируемого раствора 10.00 мл было пропущено через колонку с катионитом в H^+ – форме. Определить, раствор какой соли (NaCl или KCl) подвергался анализу, если на титрование полученного элюата израсходовано 10.00 мл раствора KOH с концентрацией 0.56 г/л, а содержание соли в анализируемом растворе составило 74.50 мг.
2. Рассчитать удерживаемый объем вещества, элюирующегося из колонки с 200 т.т. при скорости движения диаграммной ленты самописца, равной 600 мм/ч, скорости пропускания газа-носителя – 38 мл/мин., и имеющего полуширину хроматографического пика, равную 2 мм.
3. Определить массовую долю метана и этана в газовой смеси по следующим данным, полученным при газохроматографическом анализе:

Компонент	Метан	Этан
Площадь пика, мм ²	207	4
Поправочный коэффициент	1.23	1.15

ВАРИАНТ 2

1. Сколько граммов никеля останется в растворе, если через колонку с 10 г катионита в H^+ – форме пропустили 500.0 мл раствора $Ni(NO_3)_2$ с титром, равным 0.01399 г/мл? Полная динамическая обменная емкость катионита в данных условиях разделения равна 5.00 мэкв/г.
2. Определить длину хроматографической колонки, если удерживаемый объем одного из компонентов равен 60 мл, а полуширина пика этого компонента – 2 мм. Расход газа-носителя – 30 мл/мин. Высота, эквивалентная теоретической тарелке, равна 2.5 мм. Скорость движения диаграммной ленты – 720 мм/ч.
3. При определении этилового спирта в 15.2600 г смеси методом газожидкостной хроматографии в качестве внутреннего стандарта использовали нормальный бутиловый спирт в количестве 1.0900 г. Определить массовую долю этилового спирта по следующим данным:

Пик этилового спирта		Пик н-бутилового спирта	
Высота	Полуширина	Высота	Полуширина
35 мм	3 мм	52 мм	2 мм

ВАРИАНТ 3

1. Из 250.0 мл анализируемого раствора 25.00 мл было пропущено через колонку с катионитом в H^+ – форме. Определить, раствор какой соли ($NaCl$ или $NaNO_3$) подвергался анализу, если на титрование полученного элюата пошло 15.00 мл раствора $NaOH$ с титром, равным 0.0002667 г/мл, а содержание соли в анализируемом растворе составило 58.5 мг.
2. На колонке длиной 3 м расстояние удерживания одного из компонентов равно 20 мм, а полуширина хроматографического пика этого компонента – 4 мм. Рассчитать: а) число теоретических тарелок; б) высоту, эквивалентную теоретической тарелке.
3. При определении фурфурола в смеси методом газовой хроматографии площадь его пика сравнивали с площадью пика о-ксилола, который вводили в качестве внутреннего стандарта. Для стандартного образца, содержащего 25% фурфурола, и исследуемого образца (массы стандартного и исследуемого образцов одинаковы) получили следующие результаты:

Компоненты	Стандартный образец		Исследуемый образец	
	фурфурол	о-ксилол	фурфурол	о-ксилол
Площадь пика, mm^2	11	25	18.50	22.00

ВАРИАНТ 4

1. Навеску 2.0000 г образца, содержащего $NaNO_3$, растворили в 100.0 мл воды. 10.00 мл этого раствора пропустили через колонку с катионитом в H^+ – форме, а элюат оттитровали 15.00 мл раствора $NaOH$ с концентрацией $4 \cdot 10^{-3}$ г/мл. Рассчитать массовую долю $NaNO_3$ в образце.
2. Рассчитать время удерживания компонента, элюирующегося из колонки с 200 т.т. при скорости движения диаграммной ленты 720 мм/ч, если полуширина хроматографического пика составляет 3 мм.
3. Рассчитать массовую долю динитробензола и бензола в смеси по следующим данным, полученным при газохроматографическом определении:

	динитробензол	бензол
Площадь пика, mm^2	305	12
Поправочный коэффициент	1.22	1.07

ВАРИАНТ 5

1. К 75 мл 0.05 н раствора $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ прибавили 5 г катионита в H^+ – форме. После установления равновесия концентрация раствора уменьшилась до 0.008 н. Определить статическую обменную емкость катионита.
2. Рассчитать эффективный объем удерживания для пропана по следующим данным газохроматографического анализа:
 ℓ_{R} (пропана)=10 мм, $F_c = 30$ мл/мин, $U_{\text{Л}} = 600$ мм/ч,
3. Рассчитать массовую долю компонентов газовой смеси, если значения высоты и полуширины хроматографических пиков бензола, гексана и пропилена равны, соответственно: 90 мм и 2 мм; 80 мм и 3 мм; 120 мм и 3 мм.

ВАРИАНТ 6

1. Навеску 2.0000 г образца, содержащего ZnSO_4 и различные органические вещества, растворили в 100.0 мл воды. 10.00 мл этого раствора пропустили через колонку с катионитом в H^+ – форме, а элюат оттитровали 15.00 мл раствора NaOH с концентрацией 4.44 мг/мл. Рассчитать массовую долю Zn в образце.
2. Определить длину хроматографической колонки, если время удерживания одного из компонентов равно 2 мин., а полуширина пика – 3 мм. Скорость движения диаграммной ленты – 720 мм/ч. Высота, эквивалентная теоретической тарелке, равна 3 мм.
3. При определении метилэтилкетона в 15.2600 г смеси методом газожидкостной хроматографии в качестве внутреннего стандарта использовали ацетон в количестве 1.0900 г. Определить массовую долю (%) метилэтилкетона по следующим опытным данным:

Компонент	Метилэтилкетон	Ацетон
Площадь пика, мм^2	108	128
Поправочный коэффициент	1.79	0.82

ВАРИАНТ 7

1. Навеску 1.5000 г образца, содержащего $MgCl_2$, растворили в 200.0 мл воды. 20.00 мл этого раствора пропустили через колонку, заполненную катионитом в H^+ – форме, а элюат оттитровали 12.50 мл КОН с концентрацией 5.6 мг/мл. Рассчитать массовую долю Mg в образце.
2. Рассчитать высоту, эквивалентную теоретической тарелке, для хроматографической колонки длиной 2 м, если приведенное время удерживания компонента равно 1 мин., а полуширина пика – 1 мм при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч.
3. Реакционную массу 12.7500 г после нитрования толуола проанализировали методом газо-жидкостной хроматографии с применением этилбензола в качестве внутреннего стандарта в количестве 1.2500 г. Определить массовую долю (%) непрореагировавшего толуола по следующим данным:

Компонент	Толуол	Этилбензол
Площадь пика, mm^2	307	352
Поправочный коэффициент	1.01	1.02

ВАРИАНТ 8

1. Рассчитать, сколько граммов катионита КУ-2 в H^+ – форме потребуется для выделения Ca^{2+} – ионов из 1 л 0.05 М раствора $CaCl_2$. Статическая обменная емкость катионита по 0.05 М $CaCl_2$ равна 4.5 мэкв/г.
2. На колонке длиной 3 м приведенное время удерживания одного из компонентов равно 54.4 с, а полуширина хроматографического пика этого компонента – 4 мм. Скорость движения диаграммной ленты – 600 мм/ч. Рассчитать число теоретических тарелок и высоту, эквивалентную теоретической тарелке.
3. При газохроматографическом определении пропилового спирта в смеси площадь пика (S) его равнялась 18.50 mm^2 , а площадь пика бутилового спирта, применяемого в качестве внутреннего стандарта, составила 22 mm^2 . Для стандартного образца, содержащего 25% пропилового спирта, S пика пропилового спирта равнялась 11 mm^2 , а площадь пика бутилового спирта – 25 mm^2 (массы стандартного и исследуемого образцов одинаковы). Поправочный коэффициент для обоих компонентов принять равным единице. Определить массовую долю (%) пропилового спирта в исследуемом образце.

ВАРИАНТ 9

1. Через колонку, заполненную 100 мл смолы марки КУ-2, пропущена вода с жесткостью, равной 12.4 мэкв/л. Количество пропущенной воды до появления Ca^{2+} – ионов в элюате оказалось равным 12 л. Определить динамическую обменную емкость смолы.
2. Определить массовую долю азота в азотном удобрении, если навеска 1.1200 г удобрения растворена в мерной колбе емкостью 250.0 мл, и раствор пропущен через колонку с катионитом в H^+ – форме. На титрование 10.00 мл кислоты в элюате израсходовано 12.00 мл раствора NaOH с концентрацией 3.8 г/л.
3. Определяемое соединение элюируется из колонки, имеющей 1000 т.т.. Расстояние удерживания этого компонента на хроматограмме составляет 20 мм. Условия хроматографирования несколько изменились и расстояние удерживания увеличилось до 60 мм. Рассчитать полуширину хроматографического пика в обоих случаях.

ВАРИАНТ 10

1. Какой объем 0.07 н раствора MgCl_2 нужно пропустить через 100 мл набухшего слоя катионита КУ-2 в H^+ – форме, динамическая обменная емкость которого равна 1200 мэкв/л для полного поглощения Mg^{2+} – ионов?
2. Рассчитать время удерживания вещества, элюирующегося из колонки с длиной 2 м и имеющее ВЭТТ, равную 0.4 см. Полуширина хроматографического пика составляет 2 мм при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч.
3. При определении бензола в смеси массой 25.1600 г методом газожидкостной хроматографии в качестве внутреннего стандарта использовали толуол в количестве 1.2800 г. Определить массовую долю бензола по следующим данным:

Компонент	бензол	толуол
Площадь пика, мм^2	80	109
Поправочный коэффициент	0.79	0.82

ВАРИАНТ 11

1. Через колонку, заполненную 5 г катионита в H^+ – форме было пропущено 300 мл раствора $CuSO_4$ с титром, равным 0.008000 г/мл. Выходящие из колонки порции элюата по 50.00 мл титровали иодометрически. Первая порция не содержала меди. На титрование последующих порций израсходовано соответственно: 5.12 мл; 17.6 мл; 20.00 мл; 26.20 мл и 26.20 мл тиосульфата натрия с концентрацией 0.02 моль/л. Рассчитать полную динамическую обменную емкость катионита.
2. Рассчитать удерживаемый объем вещества, элюирующегося из колонки с 200 т.т. при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч и расходе газа-носителя 60 мл/мин. Полуширина хроматографического пика составляет 2 мм.
3. При газохроматографическом определении ацетона методом абсолютной калибровки были получены следующие данные:

Количество ацетона, мг	0.20	0.40	0.60	0.80
Высота пика, мм	20	40	60	80

Для 0.02 мл анализируемого раствора был получен пик высотой 50 мм. Определить массовую долю ацетона в исследуемом растворе, если плотность раствора составляет 0.80 г/см³.

ВАРИАНТ 12

1. Сколько граммов никеля останется в растворе, если через колонку с 10 г катионита в H^+ – форме пропустили 500.0 мл раствора $Ni(NO_3)_2$ с титром, равным 0.01399 г/мл? Полная динамическая обменная емкость катионита в данных условиях разделения равна 5.00 мэкв/г.
2. Определить длину хроматографической колонки для газохроматографического определения ацетона, если приведенное время удерживания его равно 1 мин., а полуширина пика – 1.5 мм. Скорость движения диаграммной ленты – 600 мм/ч. Высота, эквивалентная теоретической тарелке, равна 4 мм.
3. Реакционную массу 10.5000 г после сульфирования бензола проанализировали методом газо-жидкостной хроматографии с применением в качестве внутреннего стандарта толуола в количестве 1.5000 г. Определить массовую долю (%) непрореагировавшего бензола по следующим данным:

Компонент	бензол	толуол
Площадь пика, мм ²	325	380
Поправочный коэффициент	0.80	1.01

ВАРИАНТ 13

1. 50.00 мл раствора, содержащего 1 мг/мл CaCl_2 , находятся в контакте с 1 г катионита в H^+ – форме. После установления равновесия на титрование кальция в 25.00 мл этого раствора расходуется 13.60 мл 0.01 н раствора трилона Б. Определить статическую обменную емкость катионита.
2. Рассчитать удельный удерживаемый объем ксилола, если его приведенное расстояние удерживания на хроматограмме равно 15 мм при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч, расходе газа-носителя 30 мл/мин., температуре хроматографической колонки 90 °С и массе неподвижной фазы, равной 4 г.
3. Пробу смеси ароматических углеводородов массой 2.0342 г, проанализировали методом газовой хроматографии. В качестве внутреннего стандарта использовали 0.4168 г н-октана. Определить массовую долю ароматических углеводородов в смеси по следующим данным:

Компоненты смеси	1	2	3	н-октан
Площадь пика, мм ²	120	234	84	146

ВАРИАНТ 14

1. Какая масса кобальта останется в растворе, если через колонку, заполненную 10 г катионита в H^+ – форме, пропущено 300.0 мл 0.1 М раствора CoSO_4 . Полная динамическая обменная емкость катионита в условиях разделения равна 1.6 мэкв/г?
2. 1.0000 г образца, содержащего KCl и различные органические вещества, растворили в 50.0 мл воды. 5.00 мл этого раствора пропустили через катионит в H^+ – форме. Элюат оттитровали 15.00 мл раствора KOH с концентрацией, равной 0.56 г/л. Определить массовую долю KCl в образце.
3. Определить длину хроматографической колонки, если время удерживания одного из компонентов равно 3 мин., а полуширина пика – 2 мм. Скорость движения диаграммной ленты – 780 мм/ч. Высота, эквивалентная теоретической тарелке, равна 10 мм.

ВАРИАНТ 15

1. Для определения динамической обменной емкости катионита через колонку, содержащую 5 г ионита, пропустили 500.0 мл 0.05 М CaCl_2 . При определении Ca^{2+} в элюате в порциях по 50.00 мл были получены следующие значения концентраций: 0.003; 0.008; 0.015; 0.025; 0.040; 0.050 и 0.050 моль/л. Определить динамическую обменную емкость катионита.
2. Как изменится время удерживания компонента, элюирующегося из колонки с 1000 т.т. при скорости движения диаграммной ленты, равной 600 мм/ч и полуширине хроматографического пика 2 мм, если температура хроматографической колонки уменьшилась и полуширина пика увеличилась до 5 мм?
3. Рассчитать массовую долю компонентов газовой смеси, если площади пиков гексана, пропилена и этанола равны соответственно: 27 мм², 34 мм² и 11 мм².

ВАРИАНТ 16

1. 20.00 мл раствора NH_4Cl из мерной колбы емкостью 200.0 мл пропустили через колонку с катионитом КУ-2 в H^+ – форме. Элюат оттитровали 10.00 мл раствора NaOH с титром по соляной кислоте, равным 0.003650 г/мл. Определить содержание соли в анализируемом растворе.
2. Приведенное время удерживания компонента, элюирующегося из колонки с 50 т.т., равно 1 мин. при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч. Условия хроматографирования несколько изменились и время удерживания компонента увеличилось до 2 мин. Рассчитать полуширину хроматографических пиков в обоих случаях.
3. При газохроматографическом определении ацетона в смеси, массой 10.5600 г, в качестве внутреннего стандарта использовали метилэтилкетон в количестве 1.0500 г. Определить массовую долю (%) ацетона по следующим данным:

Компонент	ацетон	метилэтилкетон
Площадь пика, мм ²	100	95
Поправочный коэффициент	0.82	1.79

ВАРИАНТ 17

1. Какой объем 0.5 М раствора NaNO_3 нужно пропустить через 100 мл набухшего слоя катионита КУ-2 в H^+ – форме, динамическая обменная емкость которого равна 1.2 мэкв/мл для полного поглощения Na^+ – ионов?
2. Рассчитать удерживаемый объем вещества, элюирующегося из колонки с 500 т.т. при $U_{\text{Л}} = 720$ мм/ч, $F_{\text{с}} = 40$ мл/мин и имеющего полуширину хроматографического пика 2 мм.
3. Рассчитать массовую долю бензола и толуола в анализируемой смеси, если полуширина и высота пиков этих компонентов на полученной хроматограмме равны соответственно: 2 мм и 22 мм; 3 мм и 48 мм.

ВАРИАНТ 18

1. Из 200.0 мл анализируемого раствора 20.00 мл было пропущено через колонку с анионитом в OH^- – форме. Определить, раствор какой соли (NaCl или NaNO_3) подвергался анализу, если на титрование полученного элюата пошло 10.00 мл раствора HCl с титром, равным 0.0003650 г/мл, а содержание соли в анализируемом растворе составило 85 мг.
2. Рассчитать длину хроматографической колонки, если время удерживания компонента равно 1 мин., а полуширина хроматографического пика составляет 1.5 мм при скорости движения диаграммной ленты 720 мм/ч. Высота, эквивалентная теоретической тарелке, равна 4 мм.
3. Рассчитать массовую долю компонентов исследуемой смеси, если высоты и полуширины газохроматографических пиков этанола, пропанола и бутанола равны соответственно: 80 мм и 2 мм; 60 мм и 3 мм, 100 мм и 3 мм.

ВАРИАНТ 19

1. К 50.00 мл 0.025 М $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ прибавили 2 г катионита в H^+ – форме. После установления равновесия концентрация раствора уменьшилась до 0.0015 моль/л. Определить статическую обменную емкость катионита.
2. Через колонку с катионитом в H^+ – форме пропущено 100.0 мл раствора, содержащего 1.1750 г технического сульфата меди. На нейтрализацию кислоты в каждой порции элюата по 25.00 мл затрачено 23.75 мл 0.0460 М раствора КОН. Определить массовую долю меди в навеске технического сульфата меди.
3. При газохроматографическом определении хлороформа методом абсолютной калибровки были получены следующие данные:

Количество хлороформа, мг	0.15	0.30	0.45	0.60	0.75
Высота пика, мм	15	30	45	60	75

Для 0.05 мл анализируемого раствора был получен пик высотой 50 мм. Определить массовую долю хлороформа в анализируемом растворе, если плотность раствора составляет 0.90 г/см³.

ВАРИАНТ 20

1. 10.00 мл раствора $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ из мерной колбы емкостью 50.0 мл пропустили через катионит КУ-2 в H^+ – форме. Элюат оттитровали 8.00 мл КОН с Т по азотной кислоте, равным 0.006300 г/мл. Определить содержание $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ в анализируемом растворе.
2. Через колонку, заполненную 5 г смолы марки КБ-4, пропущено 2 л жесткой воды до появления в элюате Ca^{2+} – ионов. При определении жесткости исследуемой воды израсходовано 8.50 мл 0.02 н раствора трилона Б на аликвоту воды в 10.00 мл. Определить динамическую обменную емкость катионита до проскока ионов.
3. Определяемое соединение, элюирующееся из колонки с 50 т.т., имеет удерживаемый объем 20 мл при скорости движения диаграммной ленты 600 мм/ч и расходе газа-носителя 34 мл/мин. Температура хроматографической колонки изменилась и удерживаемый объем увеличился до 60 мл. Рассчитать полуширину пиков в обоих случаях.

ВАРИАНТ 21

1. Через колонку с катионитом в H^+ – форме пропущено 200.0 мл раствора, содержащего 2.3500 г технического медного купороса. На нейтрализацию кислоты в каждой порции фильтрата по 50.00 мл затрачено 47.50 мл 0.0920 М раствора КОН. Определить массовую долю меди в растворенной навеске медного купороса.
2. Навеску 2.0000 г образца, содержащего $NaNO_3$, растворили в 100.0 мл воды. 10.00 мл этого раствора пропустили через колонку с катионитом в H^+ – форме, а элюат оттитровали 15.00 мл раствора NaOH с концентрацией $4 \cdot 10^{-3}$ г/мл. Рассчитать массовую долю $NaNO_3$ в образце.
3. При газохроматографическом определении ацетона в смеси, массой 10.5600 г, в качестве внутреннего стандарта использовали метилэтилкетон в количестве 1.0500 г. Определить массовую долю (%) ацетона по следующим данным:

Компонент	ацетон	метилэтилкетон
Площадь пика, mm^2	100	95
Поправочный коэффициент	0.82	1.79

ВАРИАНТ 22

1. Какая масса кобальта останется в растворе, если через колонку, заполненную 5 г катионита, пропустили 200.0 мл раствора $CoSO_4$ с концентрацией 0.05 моль/л? Полная динамическая обменная емкость катионита в данных условиях разделения равна 1.6 мэкв/г.
2. Навеску 1.5000 г образца, содержащего $MgCl_2$, растворили в 200.0 мл воды. 20.00 мл этого раствора пропустили через колонку, заполненную катионитом в H^+ – форме, а элюат оттитровали 12.50 мл КОН с концентрацией 5.6 мг/мл. Рассчитать массовую долю Mg в образце.
3. Рассчитать время удерживания компонента, элюирующегося из колонки с 200 т.г. при скорости движения диаграммной ленты 720 мм/ч, если полуширина хроматографического пика составляет 3 мм.