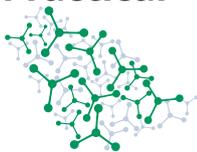


Общие указания

- Данное испытание разбито на 2 этапа. Каждый этап содержит по одному заданию. После первого этапа предусмотрен 30-минутный перерыв, по окончании которого Вам необходимо вернуться на свое рабочее место.
- На выполнение **задания 1** Вам отводится 1 ч 45 мин, на **задание 2** – 3 ч 15 мин. Оба задания выполняются в соответствии с общими указаниями, представленными на этой странице.
- Каждое задание представлено в двух буклетах; у обоих заданий одни и те же общие указания. Буклет с заданиями содержит задачи с пронумерованными вопросами. Номера в бланке ответов соответствуют номеру вопроса. Бланк ответа необходимо заполнять только символами и формулами без использования текста на каком-либо языке.
- Начинайте выполнять задания после команды "СТАРТ".
- Все необходимое для выполнения задания 1 оборудование находится у Вас на столе. Пожалуйста, не используйте оборудование, предназначенное для выполнения задания 2, размещенное на полке в коробке.
- Все предметы, используемые для выполнения заданий, должны находиться в пределах Вашего рабочего места.
- Допускается использование только выданных Вам ручки и калькулятора. Не пишите маркером на бумаге; используйте его только для маркировки лабораторной посуды. Не пишите ответы карандашом; карандаш нужен только для ТСХ-пластин.
- Все результаты и ответы должны быть разборчиво написаны ручкой в соответствующих полях **листов** ответов. Обратите внимание, что Вы сдаете только листы ответов. **Не разделяйте** скрепленные страницы листов ответов.
- Не пишите на оборотных сторонах листов ответов! Жюри проверяет только лицевые стороны листов ответов. В качестве черновика Вы можете использовать оборотные стороны комплектов заданий. **Запрещается** писать что-либо на QR-кодах или непосредственно рядом с ними.
- **Если потребуется заменить ответ** в вопросах с множественным выбором, полностью закрасьте квадратик и нарисуйте еще один квадратик рядом с закрасленным.
- Для уточнения формулировок Вы можете попросить английскую версию комплекта заданий.
- Вы должны соблюдать правила безопасности, указанные в Правилах МХО. В случае нарушения правил техники безопасности Вас удалят из лаборатории, и Вы получите нулевую оценку за весь практический тур.
- Поднимите руку, если Вам нужно выйти в туалет или потребовалась какая-либо помощь, или необходимо ознакомиться с англоязычной версией заданий.
- Если Вам нужна замена реактива или посуды, обратитесь к преподавателю. В этом случае Вам и преподавателю нужно будет расписаться в таблице на листе ответа. Что бы Вы ни попросили, первый раз замена не повлечет штрафа. За каждую последующую любую замену Вы будете оштрафованы на 1 балл из 40.
- Преподаватели предупредят Вас за 30 минут до сигнала "СТОП". Как только Вы услышите сигнал "СТОП", Вы должны немедленно прекратить писать и/или выполнять работу. Невыполнение этого требования может привести к аннулированию Ваших результатов за экспериментальный тур.

Practical



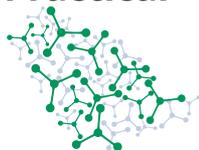
56th IChO International
Chemistry Olympiad
Saudi Arabia 2024

GO-2

Russian (QMC)

- После команды преподавателя положите в конверт **ТОЛЬКО ЛИСТЫ ОТВЕТОВ**. Тексты заданий можете оставить себе. Не запечатывайте конверт. Преподаватель заберет у Вас пакетик с ТСХ-пластинами и конверт.
- Кроме комплекта заданий запрещается забирать что-либо из лаборатории, включая калькулятор.

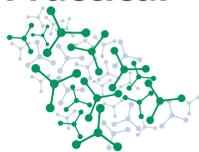
Удачи!



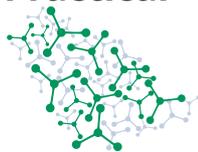
Периодическая система

1											18						
1 H 1.008	2										13 B 10.81	14 C 12.01	15 N 14.01	16 O 16.00	17 F 19.00	18 He 4.003	
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.06	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc -	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9	54 Xe 131.3
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3	57-71	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89-103	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

57 La 138.9	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm -	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0
89 Ac -	90 Th 232.0	91 Pa 231.0	92 U 238.0	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -

**Задачи и система оценивания**

	Название	Число страниц задания	Число листов ответов	Очки	Баллы
1	Индикаторы	6	4	107	16
2	Титрование на весах	11	11	85	24
				Всего	40



Правила техники безопасности

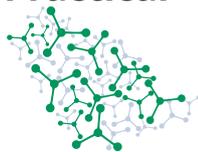
Находясь в лаборатории, участники должны соблюдать следующие правила:

- В лаборатории запрещается есть и пить, жевать резинку.
- Следует работать только в пределах своего рабочего места. Поддерживайте порядок как на рабочем месте, так и в местах общего пользования.
- Запрещается проводить незапланированные эксперименты. Запрещается нарушать методику эксперимента.
- Если Вы разлили реактив или разбили посуду, немедленно сообщите об этом лаборанту. О любых инцидентах немедленно сообщайте лаборанту или преподавателю.
- Все отходы должны быть правильно собраны и утилизированы. Сливайте отходы в контейнеры с соответствующими маркировками. Если какой-либо из контейнеров переполнен, сообщите об этом лаборанту.
- Находиться в контактных линзах в лаборатории запрещается.

Во время экспериментального тура участники должны:

- быть одеты в брюки, закрывающие ноги полностью;
- быть в закрытой обуви на плоской подошве (без каблука);
- быть в лабораторном халате с длинными рукавами;
- носить защитные очки;
- собрать длинные волосы в пучок.

Участникам, не соблюдающим данные правила, будет отказано в доступе в лабораторию с обнулением результатов и исключением из практического тура.



Краткие характеристики опасности веществ (GHS)

Краткие характеристики опасности и предосторожности при работе с химическими веществами, используемыми в работе, описаны в тексте задания в виде шифров (H-кодов). Они обозначают следующее:

H-коды Физическая опасность

H225: Легковоспламеняющаяся жидкость

H272: Может способствовать горению: окислитель

H290: Может вызывать коррозию металлов

H-коды Опасность для здоровья

H301: Токсичен при попадании внутрь

H302: Вредно при попадании внутрь

H311: Токсично при контакте с кожным покровом

H314: Вызывает сильные ожоги кожных покровов и повреждение глаз

H315: Вызывает раздражение кожных покровов

H318: Вызывает серьезные повреждения глаз

H319: Вызывает серьезное раздражение глаз

H331: Токсичен при вдыхании

H332: Вреден при вдыхании

H336: Может вызвать сонливость или головокружение

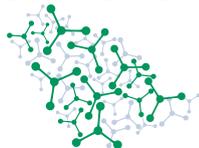
H351: Подозревается, что канцерогенен

H370: Вызывает повреждение внутренних органов

H372: Вызывает повреждение органов при длительном или повторном воздействии

H-коды Опасности для окружающей среды

H400: Очень токсичен для водных организмов

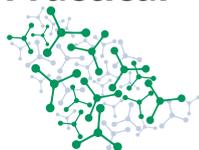


Задание 1. Индикаторы (время 1 ч 45 мин)

Оборудование и материалы

Название	Этикетка	Количество	Расположение
Штатив для пробирок (ячейки в штативе обозначены А1-Е12)		1	стол
Пробирки, 5 см ³		40	штатив
Растворы индикаторов	Код студента + A, B, C, D	4 × 5 см ³	маленькие центрифужные пробирки, штатив
Элюенты на основе изопропилового спирта (подкисленный E _A , чистый (нейтральный) E _N , с добавлением основания E _B)	E _A , E _N , E _B	3 × 10 см ³	маленькие центрифужные пробирки, штатив
Капилляры для нанесения пятен		5	маленькая центрифужная пробирка, штатив
Градированные пластиковые пипетки, 3 см ³		15	стол
Градированные пластиковые пипетки, 1 см ³		5	штатив
Пинцет		1	штатив
Карандаш		1	штатив
Линейка		1	стол
Пластины для ТСХ (полярный силикагель), 4 × 8 см	Код участника на пакете	4	маркированный пакет с застежкой
250 см ³ стаканы для камер ТСХ		3	стол
Кусочки алюминиевой фольги (крышки камер ТСХ), примерно 10 × 10 см		3	стол
Полоски фильтровальной бумаги (для использования в качестве "промокашки" в камерах ТСХ)		3	стол
Неизвестные растворы	Код участника + 1 – 8	8 × 30 см ³	большие центрифужные пробирки
0.1 моль/л раствор HCl	HCl	30 см ³	большая центрифужная пробирка

Practical

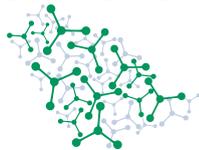


56th IChO International
Chemistry Olympiad
Saudi Arabia 2024

Q1-2

Russian (QMC)

Перманентный маркер		1	стол
Дистиллированная вода		1	промывалка
Бутыли с дистиллированной водой	H ₂ O		Столы
Защитные очки		1	стол
Калькулятор		1	стол
Ручка		1	стол
Бумажные полотенца		1 рулон	стол
Ультрафиолетовая лампа для визуализации ТСХ		2 на лабораторию	вытяжные шкафы
Нитриловые перчатки			рядом с доской
Контейнер для использованных капилляров			вытяжные шкафы



Кисотно-основные индикаторы

Кисотно-основные индикаторы - это вещества, которые имеют разную окраску в протонированной и депротонированной формах. Поскольку у каждого протолитического равновесия есть своя константа, изменение цвета для разных индикаторов происходит при разных значениях pH. Таким образом, в растворе с заданным pH один индикатор может находиться в "кислотной" форме, а другой - в "основной". В этом задании Вы будете использовать четыре индикатора. Один из них имеет два четких цветовых перехода при двух разных значениях pH.

Ваша цель - установить последовательность pH переходов индикаторов и идентифицировать растворы 8 соединений, используя различия в pH. Сначала вы проведете ТСХ индикаторов.

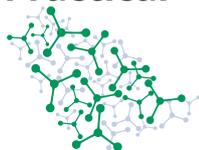
Тонкослойная хроматография

В четыре центрифужные пробирки, обозначенные буквами **A-D**, помещены метанольные растворы четырех индикаторов. Проведите эксперименты по ТСХ на **полярной силикагелевой** неподвижной фазе с использованием растворов четырех индикаторов. Пластины берите пинцетом, а пальцами держите только за края.

- С помощью карандаша и линейки подготовьте 3 пластинки с линией старта и точками для каждого индикатора.
- Используйте капилляры для нанесения пятен растворов. Будьте очень осторожны с капиллярами во время работы и выбросьте их в специальный контейнер (в вытяжном шкафу) по окончании ТСХ.
- Убедитесь, что пятна высохли, и весь растворитель испарился (подождите не менее 2 минут).
- Проведите хроматографию, используя три элюента на основе изопропилового спирта (E_A - кислотный, E_N - нейтральный, E_B - основной) в стаканах, **плотно закрытых алюминиевой фольгой**.
- Наблюдайте за цветом пятен во время работы и после высыхания.
- Хроматография занимает не менее 20 минут, поэтому продолжайте **другие эксперименты**, пока идет ТСХ.
- Проявите невидимые пятна с помощью УФ-лампы в вытяжном шкафу и обведите их карандашом.
- Поместите правильно оформленные пластины в пакет с застежкой, на котором указан ваш код участника. Пластины ТСХ будут оцениваться (12 pt).

Вы можете попросить одну новую пластину без штрафа.

1.1 Определите элюент, который дает лучшую форму пятен и лучшее разделение индикаторов. Отметьте галочкой код элюента в листе ответов. 2 pt



В растворе большинство этих индикаторов образуют анионы. Только одна форма одного из индикаторов, наблюдаемая на пластинках для ТСХ, является нейтральной молекулой. Ни один из трех других индикаторов не имеет нейтральных форм в используемых элюентах. Некоторые из индикаторов с несколькими кислотными группами также могут образовывать дианионы.

1.2. Основываясь на своих наблюдениях, **определите** пятна, соответствующие нейтральной молекулярной форме. **Выберите** индикатор, который имеет нейтральную форму, и **отметьте** элюент(ы), в котором(ых) этот индикатор находится в нейтральной форме. 5 pt

1.3. Основываясь на своих наблюдениях, **определите** пятно(а), содержащее(ие) дианионы соответствующего индикатора. 4 pt

Эксперименты по идентификации

В четырех центрифужных пробирках, обозначенных буквами **A-D**, содержатся метанольные растворы четырех индикаторов. К каждой из пробирок прилагается пластиковая пипетка. Концентрация растворов индикаторов такова, что одной капли раствора индикатора достаточно для окрашивания нескольких см³ анализируемого раствора.

Вам выданы восемь больших центрифужных пробирок, обозначенных номерами **1-8**. Каждая пробирка содержит 0.1 моль/дм³ водный раствор одного из указанных ниже восьми соединений. Проведите эксперименты по определению неизвестных растворов.

Помимо неизвестных растворов Вы можете использовать растворы индикаторов **A-D**, соляную кислоту (тоже 0.1 моль/дм³) и дистиллированную воду.

H_3BO_3	$(\text{COOH})_2$	H_3PO_4	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
NaH_2PO_4	NaOH	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$	Na_3PO_4

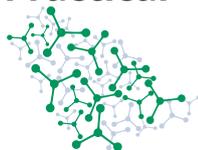
Подсказка: Ячейки штатива для пробирок промаркированы (A1-E12).

Данные о диссоциации

H_3BO_3 : $\text{pK}_a = 9.15$

H_3PO_4 : $\text{pK}_{a1} = 2.15$, $\text{pK}_{a2} = 7.20$, $\text{pK}_{a3} = 12.35$

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$: $\text{pK}_a = 4.87$



$(\text{COOH})_2$: $\text{pK}_{a1}=1.27$, $\text{pK}_{a2} = 4.28$

- 1.4.** Укажите номера центрифужных пробирок с конкретными соединениями в таблице в листе ответов. Если вы не можете различить два или несколько растворов, укажите их в качестве альтернативных вариантов, чтобы получить частичные баллы. 52 pt

В следующих трех вопросах Вам нужно описать эксперименты и наблюдения, которые вы использовали для того, чтобы различить соединения в указанных парах.

Опишите эксперименты следующим образом: $1 \text{ см}^3 \text{ HCl} + 1 \text{ см}^3 \text{ H}_2\text{O}$

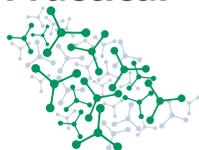
Используйте следующие цветовые коды: **N**: бесцветный, **R**: красный, **G**: зеленый, **B**: синий, **Y**: желтый, **O**: оранжевый **P**: розовый **V**: фиолетовый, **Br**: коричневый, **Bk**: черный, а также их комбинации: **YG**: желтовато-зеленый, **BG**: сине-зеленый и т.д.

N	R	G	B	Y	O	P	V	Br	Bk
YG	BG								

- 1.5** Укажите в листе ответов эксперименты и наблюдения, которые вы использовали для того, чтобы различить $(\text{COOH})_2 - \text{H}_3\text{PO}_4$. 4 pt
Опишите эксперимент в колонке "EXP", укажите код индикатора в колонке "ABCD" и укажите код наблюдаемого цвета в колонке "COLOR". Вы должны привести наблюдения для обоих растворов.

- 1.6** Укажите в листе ответов эксперименты и наблюдения, которые вы использовали для того, чтобы различить $\text{NaOH} - \text{Na}_3\text{PO}_4$. 4 pt
Опишите эксперимент в колонке "EXP", укажите код индикатора в колонке "ABCD" и укажите код наблюдаемого цвета в колонке "COLOR". Вы должны привести наблюдения для обоих растворов.

- 1.7** Укажите в листе ответов эксперименты и наблюдения, которые вы использовали для того, чтобы различить $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} - \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa}$. 4 pt
Опишите эксперимент в колонке "EXP", укажите код индикатора в колонке "ABCD" и укажите код наблюдаемого цвета в колонке "COLOR". Вы должны привести наблюдения для обоих растворов.



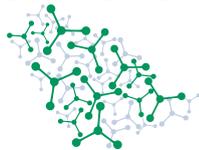
1.8 **Выберите** буквенный код индикатора, который отчетливо меняет цвета при двух значениях pH, и **укажите** его цвет между этими изменениями, используя цветовые коды. 4 pt

1.9 **Приведите** цвета всех индикаторов в растворах при $\text{pH} \approx 1.5$ и $\text{pH} \approx 13$, используя цветовые коды. 8 pt

1.10 **Перечислите** буквенные коды индикаторов в порядке возрастания их pH переходов. Начните с индикатора, который меняет цвет в самой кислой среде, и убедитесь, что "трехцветный" индикатор присутствует дважды. 8 pt

Коды опасности GHS для химических веществ

Химические	Код опасности
Растворы индикаторов	H225, H301, H302, H311, H319, H331, H370
Элюенты	H225, H302, H315, H319, H336
Неизвестные растворы	H314, H318, H319
Раствор 0.1 моль/дм ³ HCl	H290

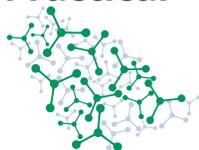


Задача 2. Титрование на весах (время 3 ч 15 мин)

Оборудование и материалы

Название	Обозначение	Количество	Расположение
Коробка для задания 2		1	на столе
Электронные весы (точность 0,01 г)		1	коробка
Конические колбы (250 см ³)		3	коробка
Пластиковые стаканы (250 см ³)		24	коробка
Градированные пластиковые пипетки (капельницы) (3 см ³)		15	коробка
Пластиковые шпатели		3	коробка
1% раствор крахмала	Starch	7 см ³	маленький флакон, коробка
1% раствор CuSO ₄	CuSO ₄	7 см ³	маленький флакон, коробка
Твердый Na ₂ S ₂ O ₃ · 5 H ₂ O	Na ₂ S ₂ O ₃ · 5 H ₂ O	6 г	маленький флакон, коробка
Твердый KI	KI	10 г	маленький флакон, коробка
CH ₂ Cl ₂	CH ₂ Cl ₂	30 см ³	центрифужная пробирка, коробка
~1% раствор KI	KI, код участника	50 см ³	центрифужная пробирка, коробка
~1% раствор KMnO ₄	KMnO ₄ , код участника	100 см ³	бутылка из темного стекла, коробка
~0,6% раствор HCOONa	HCOONa, код участника	80 см ³	пластиковая бутылка, коробка
раствор 1 моль · дм ⁻³ H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄	80 см ³	пластиковая бутылка, коробка
20% раствор HCl	HCl	180 см ³	пластиковая бутылка, коробка
5% раствор NaOH	NaOH	50 см ³	пластиковая бутылка, коробка
Насыщенный раствор BaCl ₂	BaCl ₂	50 см ³	пластиковая бутылка, коробка

Practical

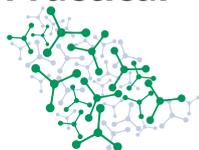


56th IChO International
Chemistry Olympiad
Saudi Arabia 2024

Q2-2

Russian (QMC)

Калькулятор		1	стол
Ручка		1	стол
Перманентный маркер		1	стол
Дистиллированная вода		1	промывалка
Очки		1	стол
Бумажное полотенце		1 рулон	стол
Контейнеры для отходов для частей A, C, D (без органики)	Waste (A, C, D)		под тягой
Контейнеры для отходов для части B (органические)	Waste (B)		под тягой
Нитриловые перчатки			рядом с доской
Бутыли для дистиллированной воды	H ₂ O		на столах

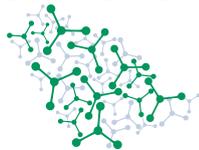


Марганец отличается богатой химией и широко используется в классической аналитической химии. Самое известное соединение марганца, перманганат калия, является сильным окислителем, свойства которого зависят от pH. В этой задаче вы рассмотрите реакции между перманганат-ионом и иодид-ионом в различных средах.

Общая методика

Вместо посуды для точного измерения объема (например, бюреток, пипеток, мерных колб) вы будете использовать весы для точного измерения массы растворов реагентов и титрантов.

- Используйте одноразовые пластиковые стаканы в качестве контейнеров (кроме части В). Перемешивайте их содержимое осторожными круговыми движениями.
- Для переноса растворов лучше всего использовать градуированные пластиковые пипетки, которые также можно использовать для измерения объема.
- Регулярно обнуляйте весы без нагрузки (нажатием TARE). Измерьте и запишите массу каждого используемого пластикового стакана. Очень рекомендуем обнулять только пустые весы.
- Никогда не оставляйте груз на весах на длительное время и не перегружайте весы (более 500 г), так как датчики могут повредиться. Все ваши емкости попадают в этот диапазон массы.
- Записывайте все измеренные массы в соответствующие места на листах ответов.
- Поместите исходные реагенты в стакан; измерьте и запишите необходимые массы. Снимите стакан с весов.
- При титровании измерьте суммарную массу титранта, емкости, в которой он находится, и пипетки, с помощью которой его добавляют. Запишите значение массы до начала титрования и после достижения конечной точки.
- Никогда не проводите титрование на весах, потому что в них встроена компенсация медленных изменений (т.е. капель), и результаты могут быть неточными, если вы будете добавлять капли в контейнер на весах.
- Продолжайте добавлять реагент до завершения реакции. Запишите суммарную массу титранта, емкости, в которой он находится, и пипетки, использованной для его добавления. Вычислите массу использованного раствора титранта.
- Весовое титрование отличается от обычного. Стаканы нельзя смачивать снаружи. Добавление чего-либо во взвешиваемый реакционный сосуд или перенос реактива из взвешиваемого сосуда требуют внимания и осторожности.
- Как принято в аналитической химии, повторяйте всю процедуру необходимое число раз. Воспроизводимость этого метода сопоставима с объемным титрованием, но не так высока. Записывайте результаты отдельных измерений и среднее значение, которое вы приняли для последующих расчетов.
- Если весы испытывают недогруз (на дисплее отображается | ____ |), нажмите кнопку ON/OFF, чтобы их выключить.
- Весы автоматически выключаются после 3 минут бездействия.
- Если вы используете перчатки, то при снятии значения массы держите руки подальше от платформы для взвешивания, чтобы избежать электростатического эффекта.
- Если весы ведут себя странно или отображают текст, обратитесь за помощью к лаборанту.



Используйте следующие молярные массы в расчетах:

$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	KMnO_4	KI
248.18 г моль ⁻¹	158.11 г моль ⁻¹	158.03 г моль ⁻¹	166.00 г моль ⁻¹

Часть А. Определение точной концентрации раствора перманганата в разбавленном кислом растворе

Перманганат чаще всего используется в кислой среде, поскольку там его реакции обычно протекают быстро и количественно. Вам дан раствор перманганата калия (KMnO_4 , массовая доля около 1%).

Возьмите около 2.5 г чистого кристаллического $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ($M = 248.18$ г моль⁻¹) и приготовьте из него примерно 50 г водного раствора в пластиковом стакане.

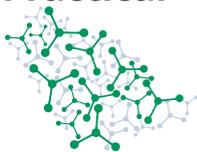
A.1 Запишите в листе ответов точные массы, которые Вы использовали при приготовлении раствора тиосульфата. 0.0 pt

A.2 Рассчитайте массовую долю (w_1) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($M = 158.11$ г моль⁻¹) в приготовленном Вами растворе. 2.0 pt

- Добавьте ~5 г раствора перманганата в пластиковый стакан и запишите точную массу раствора перманганата.
- Добавьте 10 см³ 1 моль · дм⁻³ H_2SO_4 и ~2 г **твердого** KI .
- Немедленно титруйте образовавшийся иод раствором тиосульфата.
- Вблизи конечной точки титрования добавьте 10 капель раствора крахмала.
- Повторите титрование необходимое число раз.

A.3 Запишите в листе ответов все Ваши исходные значения масс, которые необходимы для представления данных в вопросе А.4. 0.0 pt

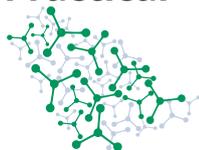
A.4 Запишите массы, пошедшие на титрование, в таблицу в листе ответов. 1.0 pt
Для каждого титрования заполните свой столбец.
Укажите массу раствора KMnO_4 ($m(\text{KMnO}_4)$) и массу израсходованного раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ($m(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$) и рассчитайте массу раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, который прореагировал бы с 5.00 г раствора перманганата ($m_{5.00\text{g}}(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)$).



A.5 Приведите принятое вами среднее значение массы раствора тиосульфата (m_1), необходимого для реакции с 5.00 г раствора перманганата. 15.0 pt

A.6 Запишите в сокращенной ионной форме все уравнения реакций, использованных в титровании. 4.0 pt

A.7 Рассчитайте массовую долю (w_2) KMnO_4 ($M = 158.03 \text{ г моль}^{-1}$) в растворе перманганата калия. 3.0 pt

**Часть В. Реакция иодида и перманганата в концентрированной соляной кислоте**

В присутствии концентрированной (>15%) соляной кислоты перманганат дает тот же продукт восстановления, что и в части А, но иодид окисляется до другого продукта.

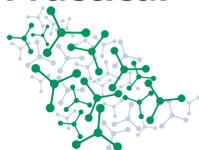
- Используйте коническую колбу. Добавьте в колбу ~10 г раствора KI (массовая доля около 1%) и запишите точную массу раствора.
- Добавьте 30 г 20%-го раствора HCl и 5 см³ CH₂Cl₂.
- Сразу же начните медленно титровать раствором перманганата, интенсивно перемешивая реакционную смесь. В эксперименте измеряется масса бутылки с перманганатом, а не реакционной смеси.
- В конечной точке титрования окраска органической фазы, появившаяся в начале титрования, полностью исчезает.
- Вблизи конечной точки давайте достаточно времени для установления равновесия между двумя фазами.
- Повторите титрование необходимое число раз.
- Если вы хотите использовать колбу повторно, вылейте ее содержимое в контейнер с надписью "Waste B" под тягой. Вымойте ее в раковине и вытрите снаружи бумажными полотенцами.

В.1 **Запишите** в листе ответов все исходные массы, которые необходимы для представления данных в вопросе В.2. 0.0 pt

В.2 **Запишите** массы, пошедшие на титрование, в таблицу в листе ответов. 1.0 pt
Для каждого титрования **заполните** свой столбец.
Укажите массу раствора KI ($m(\text{KI})$) и массу раствора KMnO₄ ($m(\text{KMnO}_4)$) и **рассчитайте** массу раствора KMnO₄, который прореагировал бы с 10.00 г раствора KI ($m_{10.00\text{ г}}(\text{KMnO}_4)$).

В.3 **Запишите** принятое вами среднее значение массы раствора перманганата (m_2), необходимого для реакции с 10.00 г раствора KI. 15.0 pt

В.4 **Отметьте** в бланке ответов цвет органической фазы перед конечной точкой титрования вместе с формулой частицы, вызывающей этот цвет. 2.0 pt
а) Фиолетовый MnO₄⁻ б) Фиолетовый I₂ в) Коричневый MnO₄⁻ г) Коричневый I₂



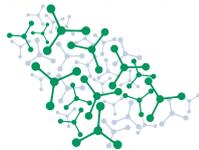
- V.5** **Выберите** в листе ответов правильное объяснение того, почему цвет избыточного перманганата не виден после окончания титрования. 2.0 pt
- а) Перманганат-ионы диспропорционируют в очень кислых растворах, что дает коричневое окрашивание.
- б) Перманганат-ионы реагируют с присутствующими хлорид-ионами.
- в) Перманганат-ионы реагируют с дихлорметаном.
- г) Цвет перманганата виден только в водном растворе, но не в органической фазе.

- V.6** **Рассчитайте** полученное вами соотношение перманганата и иодида, $n(\text{MnO}_4^-)/n(\text{I}^-)$ в реакции титрования, используя примерную массовую долю раствора KI (1%). **Приведите** вычисления. 2.0 pt

- V.7** **Укажите** целочисленную степень окисления иода в основном продукте реакции. **Приведите** расчеты. 2.0 pt

Примечание: приводите свои честные результаты титрования, не подгоняйте их под целочисленные стехиометрические соотношения.

- V.8** Примите, что реакция, приводящая к образованию основного продукта, является количественной. **Рассчитайте** точную массовую долю (w_3) KI ($M = 166.00 \text{ г моль}^{-1}$) в исходном растворе. **Приведите** вычисления. 3.0 pt



Часть С. Реакция перманганата в сильнощелочном растворе

В сильнощелочных растворах перманганат - также сильный окислитель, но продуктом его восстановления является зеленый манганат-ион (MnO_4^{2-}). Строго придерживайтесь методики.

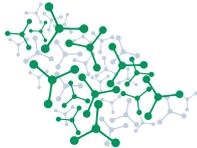
- Добавьте ~5 г раствора KMnO_4 в пластиковый стакан и запишите точную массу раствора.
- Добавьте 5 см³ насыщенного раствора BaCl_2 .
- Добавьте 10 капель 1% раствора CuSO_4 в качестве катализатора протекающей при титровании реакции.
- Добавьте 2.5 см³ 5% раствора NaOH .
- Немедленно начните титровать раствором HCOONa . Прибавляйте титрант только по каплям.
- Если титрант добавлять медленно, с самого начала титрования образуется ожидаемый синеватый осадок манганата бария. Продолжайте по каплям добавлять титрант до конечной точки титрования.
- Из-за темного осадка трудно судить о цвете раствора, но наличие или отсутствие непрореагировавшего перманганата в растворе хорошо видно на белом фоне.
- Повторите титрование необходимое число раз.

C.1 Запишите в листе ответов все исходные массы, которые необходимы для представления данных в вопросе C.2. 0.0 pt

C.2 Запишите массы, пошедшие на титрование, в таблицу в листе ответов. Для каждого титрования заполните свой столбец. 1.0 pt
Укажите массу раствора KMnO_4 ($m(\text{KMnO}_4)$) и массу раствора HCOONa ($m(\text{HCOONa})$) и рассчитайте массу раствора HCOONa , который прореагировал бы с 5.00 г раствора перманганата ($m_{5.00\text{g}}(\text{HCOONa})$).

C.3 Запишите принятое вами среднее значение массы раствора формиата (m_3), необходимого для реакции с 5.00 г раствора перманганата. 10.0 pt

C.4 Запишите сокращенное ионное уравнение реакции окисления формиата перманганатом в сильнощелочной среде в присутствии хлорида бария. 2.0 pt
Укажите состояние (s = твердое, g = газ, aq = водный раствор, l = жидкость), в котором находится каждый продукт и реагент.

**Часть D. Реакция иодида с перманганатом в сильнощелочном растворе**

В данных условиях продукт окисления иодида отличается от такового в частях А и В.

Разбавьте раствор KI в 5 раз. Приготовьте около 40 г разбавленного раствора.

D.1 **Запишите** точные значения масс, использованных при приготовлении разбавленного раствора KI. 0.0 pt

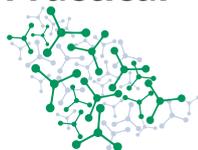
D.2 **Рассчитайте** массовую долю (w_4) KI в приготовленном Вами разбавленном растворе. 1.0 pt

Строго придерживайтесь методики.

- Добавьте 1 см³ 5% раствора NaOH в пластиковый стакан.
- Добавьте ~3 г приготовленного **разбавленного** раствора KI и запишите его точную массу.
- Добавьте ~10 г раствора KMnO₄ и запишите его точную массу.
- Добавьте 10 капель 1% раствора CuSO₄ в качестве катализатора протекающей при титровании реакции.
- Затем добавьте 5 см³ насыщенного раствора BaCl₂.
- Смесь станет еще темнее из-за образования сине-черного осадка манганата бария.
- Немедленно начните титровать раствором HCOONa. Прибавляйте титрант только по каплям.
- Из-за темного осадка трудно судить о цвете раствора, но наличие или отсутствие непрореагировавшего перманганата в растворе хорошо видно на белом фоне.
- Повторите титрование необходимое число раз.

D.3 **Запишите** в листе ответов все исходные массы, которые необходимы для представления данных в вопросе D.4. 0.0 pt

D.4 **Запишите** массы, пошедшие на титрование, в таблицу в листе ответов. 1.0 pt
Для каждого титрования **заполните** свой столбец.
Укажите массу раствора KI ($m(\text{KI})$), массу раствора KMnO₄ ($m(\text{KMnO}_4)$) и массу раствора HCOONa ($m(\text{HCOONa})$).



D.5 Для каждого титрования **рассчитайте** массу раствора KMnO_4 , который прореагировал бы с 10.00 г разбавленного раствора KI ($m_{10.00\text{ g}}(\text{KMnO}_4)$). **Запишите** принятое Вами среднее значение (m_4). 14.0 pt

D.6 **Рассчитайте** полученное Вами соотношение между перманганатом и иодидом, $n(\text{MnO}_4^-)/n(\text{I}^-)$ для реакции в сильнощелочной среде. **Приведите** расчеты. 2.0 pt

Примечание: приводите свои честные результаты титрования, не подгоняйте их под целочисленные стехиометрические соотношения.

D.7 **Укажите** целочисленную степень окисления иода в продукте(ах). **Приведите** расчеты. 2.0 pt



Краткие характеристики опасности

Вещество	Код опасности
1% раствор крахмала	Нет опасности
1% раствор CuSO_4	H319, H412
Твердый $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	H315, H319, H335
Твердый KI	H372
CH_2Cl_2	H351
~1% раствор KI	H372
~1% раствор KMnO_4	H272, H302, H400
~0,6% раствор HCOONa	Нет опасности
1 моль дм^{-3} H_2SO_4	H290, H314, H315, H318, H319
20% раствор HCl	H290, H314, H335
5% раствор NaOH	H290, H314, H315
Насыщенный раствор BaCl_2	H301, H332, H319