

Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал»

Вариант 1

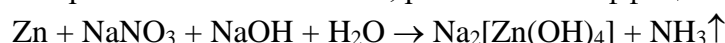
задания письменного тура

по направлению «Химия»

Категория участия: «Бакалавриат»

Время выполнения задания – **240 мин.****Задача 1 (12 баллов).**

Используя метод электронно-ионного баланса, расставьте коэффициенты в реакции:

Рассчитайте $\Delta_r G_{298}^\circ$ и K_p этой реакции (необходимые для расчета справочные данные приведены в таблице).Рассчитайте значение $E^\circ([\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}(\text{p-p})/\text{Zn}(\text{тв}))$, если $E^\circ(\text{NO}_3^-(\text{p-p})/\text{NH}_3(\text{г})) = -0.12 \text{ В}$.Определите, будет ли протекать реакция восстановления нитрата натрия при $\text{pH} = 11$. Ответ подтвердите расчетом E_r .Считайте активности всех участников реакции, кроме OH^- , равными 1.

	$\text{Zn}(\text{тв})$	$\text{NO}_3^-(\text{p-p})$	$\text{OH}^-(\text{p-p})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}(\text{p-p})$	$\text{NH}_3(\text{г})$
$\Delta_f H_{298}^\circ$, кДж/моль	0	-230.5	-230.2	-285.8	-1092.5	-46.2
S_{298}° , Дж/(моль К)	41.6	147.3	-8.6	70.1	89.7	192.6

Задача 2 (13 баллов).*Задание подготовлено совместно с партнером олимпиады ПАО «Уралкалий»*Природный минерал класса галогенидов **X** используется для получения металла серебристо-белого цвета **A**. Содержание металла **A** в минерале – 8.65 масс%.

Минерал **X** окрашивает пламя в фиолетовый цвет, а растирание его с хинализарином и едким кали дает васильково-синее окрашивание полученной смеси. Минерал **X** легко растворяется в воде. Добавление к водному раствору 5.55 г **X** раствора нитрата серебра приводит к выпадению 8.61 г белого творожистого осадка, нерастворимого в азотной кислоте. Добавление к водному раствору, содержащему такое же количество **X**, гидрофосфата натрия и аммиака приводит к выпадению 4.90 г бесцветных кристаллов (выпадающая соль - гексагидрат). На титрование раствора 5.55 г **X** в метаноле в присутствии пиридина и диоксида серы требуется 30.48 г иода.

1. Установите металл **A**, определите состав минерала **X**. Напишите уравнения всех упомянутых реакций.2. Приведите название минерала **X** и название месторождения в России, где он производится.3. Напишите уравнения реакций, протекающих при промышленном производстве металла **A** из минерала **X**.

Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал»

Задача 3 (12 баллов).

В каком интервале pH возможно полное разделение ионов Fe^{2+} и Mn^{2+} в насыщенном растворе H_2S ($c = 0,1 \text{ M}$), если исходные концентрации каждого иона составляют 0.01 M ? Разделение считать полным, если остаточная концентрация иона, выпавшего в осадок, не превышает $1 \times 10^{-6} \text{ M}$. Значения границ интервала pH рассчитайте с точностью до 0.1.

Произведения растворимости (K_S):	FeS	5.0×10^{-18}
	MnS	2.5×10^{-10}
Константы кислотности H_2S :	K_{a1}	1.0×10^{-7}
	K_{a2}	2.5×10^{-13}

Задача 4 (13 баллов).

Для улучшения плодородия почв и влияния на рост сельскохозяйственных культур необходимо вносить необходимое количество азота и серы. Этот процесс можно упростить, внося одновременно удобрение сульфат-нитрат аммония, который получают путем перемалывания и смешения до однородной массы сульфата и нитрата аммония с последующим прессованием.

В заводской лаборатории ПАО «КуйбышевАзот» проанализировали гранулированную пробу, содержащую сульфат аммония, нитрат аммония и неактивные примеси. Навеску пробы массой 0.5000 г растворили в деионизованной воде и довели объем раствора до 200.0 мл в мерной колбе класса А.

Отобрали 50.0 мл , к аликвоте прибавили избыток 3 M раствора гидроксида натрия и выделившийся аммиак отогнали в 30.0 мл 0.0842 M соляной кислоты. На титрование избытка кислоты израсходовали 10.10 мл 0.0880 M раствора гидроксида натрия.

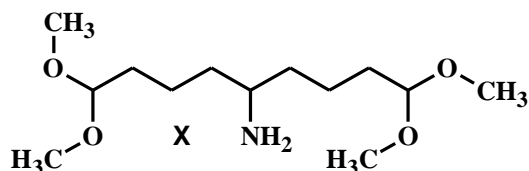
Отобрали 25.0 мл , к аликвоте прибавили необходимое количество 3 M раствора гидроксида натрия и сплав Дебарда. Затем суммарное количество аммиака отогнали в 60.0 мл 0.0421 M соляной кислоты. На титрование избытка кислоты израсходовали 14.10 мл 0.0880 M раствора гидроксида натрия.

Определите содержание сульфата аммония и нитрата аммония (масс.%). Значения укажите с точностью до сотых долей процента.

Задача 5 (12 баллов).

Блок А

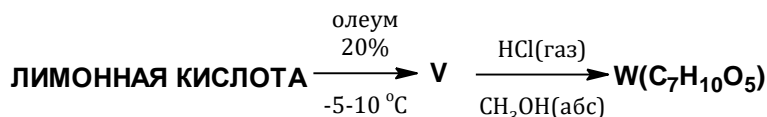
Из акролеина, диметилмалоната, метанола и других необходимых реагентов получите амин X.



Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал»

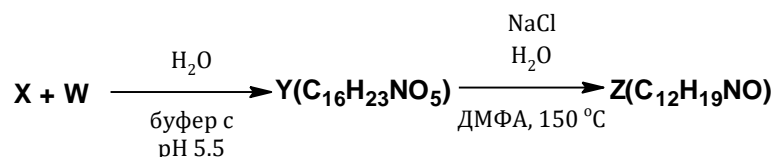
Блок Б

Найдите, во что превратится лимонная кислота (2-гидроксипропан-1,2,3-трикарбоновая кислота) в следующей цепочке превращений. Известно, что в ПМР спектре **W** регистрируются лишь два синглета с соотношением интенсивностей 2 к 3.



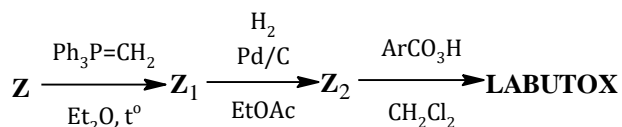
Блок В

Предложите механизм превращения смеси **W** и **X** в **Y** в указанных на схеме условиях, а также нарисуйте продукт его последующего превращения в **Z** (в спектре ЯМР ^{13}C которого наблюдаются 7 сигналов, а в ИК спектре одна интенсивная полоса поглощения при 1722 см^{-1}).



Блок Г

Расшифруйте схему получения инсектотоксина **LABUTOX** и приведите его структуру.



Задача 6 (13 баллов).

Блок А

Из метилметакрилата, винилэтилового эфира, пропаргилбромид, 2-бромпропена и других необходимых реагентов, не вносящих углерод в продукт, получите (5*E*)-2,6-диметилдекадиен-1,5-ин-9 (прекурсор **A**).

Блок Б

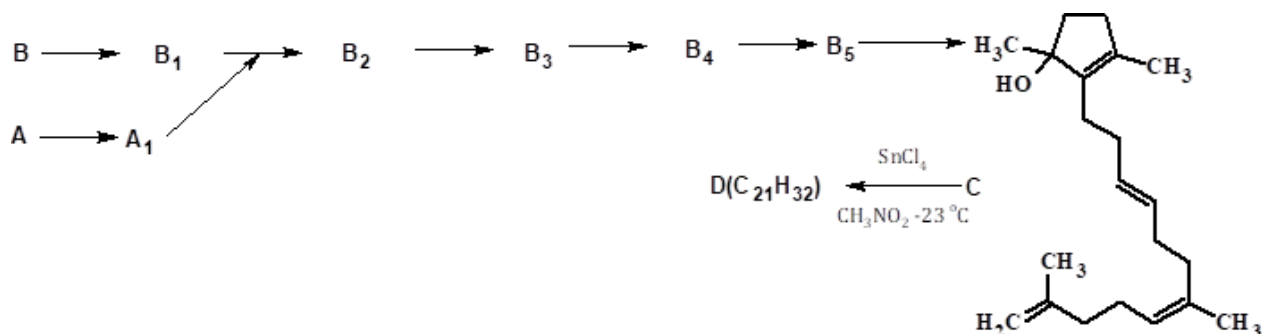
Из сивьяна (2-метилфурана) и бромистого аллила получите 8-бромоктандион-2,5 (прекурсор **B**).

Блок В

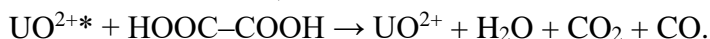
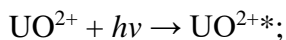
Превратите прекурсоры **A** и **B** в соединение **C** за указанное кол-во стадий, приведя условия реакций и указав структуры промежуточных соединений¹, напишите, какой углеводород **D** (прекурсор в синтезе гормонального препарата **Дюфастон** (R)) получается в указанных далее на схеме условиях.

¹ используйте защитные группы и синтезы на основе металлоорганических соединений
Олимпиада студентов «Я – профессионал»

Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал»

**Задача 7 (12 баллов).**

Существует несколько методов определения интенсивности оптического излучения. Одним из таких методов является актинометрия. В основу метода положено разложение под действием света щавелевой кислоты в присутствии сульфата уранила:



Остаток щавелевой кислоты после окисления может быть оттитрован раствором перманганата калия, после чего обычно определяют число падающих фотонов, если известен квантовый выход фотохимической реакции.

Определите интенсивность излучения (фотон/сек), если актинометрический раствор (50 мл) состоит из 10.464 г безводной щавелевой кислоты, растворенной в воде в присутствии сульфата уранила. И после облучения светом актинометрического раствора в течение 150 сек на его титрование в кислой среде потребовалось 8.5 мл 0.414 М раствора перманганата калия. При расчетах можно считать, что при заданной длине волны квантовый выход составляет 0.57.

Задача 8 (13 баллов).

В бинарной системе Al – Ca к 10 г расплава **A** неизвестного состава добавили 12 г соединения **B**, которое содержит 20.2 масс. % Al. Систему выдержали при 1400 К. Образовавшийся расплав **C** при медленном охлаждении до комнатной температуры превращается в гетерогенную смесь двух твердых фаз **смесь 1**. Известно, что при нагревании образованная **смесь 1** начинает плавиться при 900 К. При более высокой скорости охлаждения расплав **C** превращается в гетерогенную смесь двух твердых фаз **смесь 2**. **Смесь 2** при нагревании начинает плавиться при 800 К.

Используя информацию о кривой охлаждения расплава **A** (рис. 1) и фазовую диаграмму системы Al – Ca (рис. 2),

- 1) Установите составы расплавов **A** и **C**;
- 2) Определите соединение **B**;
- 3) Укажите, из каких фаз состоят **смесь 1** и **смесь 2**; определите массу каждой из фаз в **смеси 1** и **смеси 2**;
- 4) Поясните, почему **смесь 1** и **смесь 2** при нагревании начинают плавиться при разных значениях температуры.

Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал»

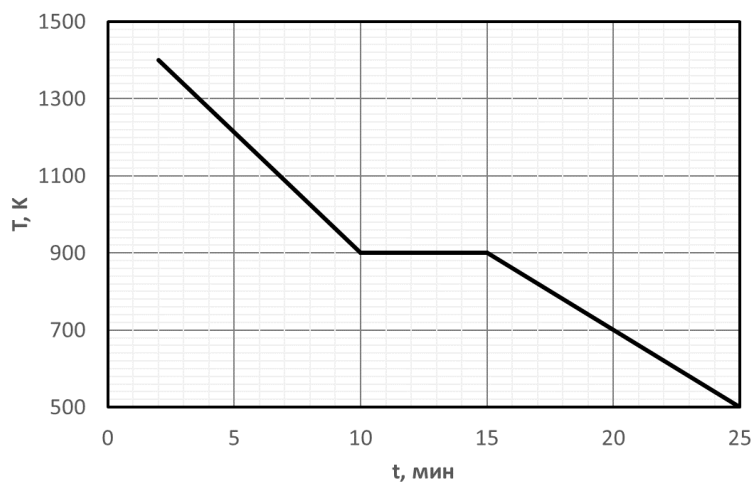


Рис. 1. Кривая охлаждения расплава А

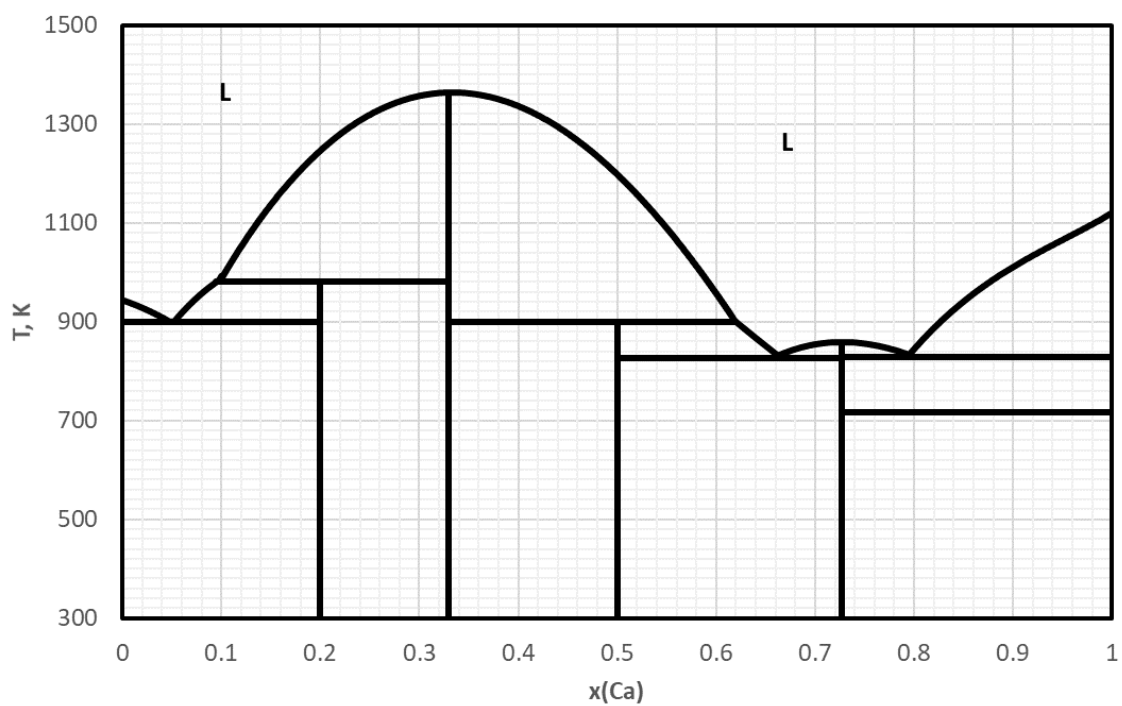


Рис. 2. Фазовая диаграмма системы Al – Ca