

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ОЛИМПИАДА  
ШКОЛЬНИКОВ**

Пятый (заключительный) этап

**Задания теоретического тура  
по выбору**

Рязань

20-27 апреля 1999 г.

**Задача 1**

При быстром нагревании навески  $\text{NaIO}_4$  до 700 °С выделяется 1,344 л (н.у.) бесцветного газа. При выдерживании такой же навески при 300 °С наблюдается выделение фиолетовых паров, которые будучи пропущены через крепкий щелочной раствор, обесцвечиваются и уменьшаются в объеме до 0,941 л (н.у.). В обоих этих экспериментах навеску доводили до постоянства веса.

В следующем эксперименте такую же навеску кратковременно нагрели до 300 °С, а образовавшийся твердый остаток растворили в воде (объем раствора 1 л). При обработке 20 мл раствора иодидом калия при подкислении выделяется иод, на титрование которого идет 21,33 мл 0,105 М раствора тиосульфата натрия.

1. Установите формулу и название продукта, образующегося при 300 °С. Ответ подтвердите расчетами.
2. Напишите уравнения реакций разложения  $\text{NaIO}_4$  при 700° и 300°.
3. Рассчитайте массу используемых в опытах навески периодата натрия.
4. Определите массовую и молярную долю  $\text{NaIO}_4$  в твердом остатке, полученном в последнем эксперименте.
5. Можно ли продукт разложения, получаемый при 300°, перекристаллизовывать из воды? Почему?
6. Как можно получить  $\text{NaIO}_4$  и продукт его разложения? Приведите уравнения соответствующих реакций.

**Задача 2**

При постепенном добавлении к 20 г роданида аммония ( $\text{NH}_4\text{CNS}$ ), нагретого до начала плавления (150 °С), тщательно растертой смеси, состоящей из 5 г роданида аммония и 4,25 г дихромата аммония, происходит экзотермическая реакция, расплав вспенивается. По окончанию процесса получается вишнево-красный продукт.

После остывания растертый в порошок продукт высыпают в стакан с 20 мл холодной воды и перемешивают. Через 15 мин полученнюю взвесь фильтруют, и, не промывая, осадок переносят в стакан, содержа-

*Всероссийская Олимпиада школьников по химии*

*Заключительный этап*

*Задания тура по выбору*

ший 60 мл воды, нагретой до 65 °С, и полученный раствор фильтруют на воронке для горячего фильтрования. При охлаждении фильтрата кристаллизуются ярко-красные кубические кристаллы вещества I (выход приблизительно 6 г, что составляет ≈ 50% от теории).

Нерастворимый остаток на фильтре для горячего фильтрования (≈ 3г) — вещество II розового цвета, которое может быть получено также осаждением из раствора вещества I раствором соли III

Химический состав полученных продуктов.

Вещество	Содержание, %				
	Cr	N	S	H	C
I	15,5	29,2	38,1	3,0	14,3
II	13,8	33,3	33,9	3,2	12,7

1. Определите состав I и II.
2. Какова степень окисления хрома в этих соединениях ?
3. Определите координационное число хрома и координационное окружение в этих соединениях.
4. Какие виды изомеров возможны для I?
5. Напишите уравнение реакции образования I.
6. Какое соединение было взято в избытке? На сколько (%)?
7. Напишите уравнение реакции образования II. Какую соль (III) можно использовать для осаждения II из I?
8. Какие газообразные продукты выделяются в процессе синтеза? В какой последовательности?

*Задача 3*

В таблице приведены данные о свойствах бинарных ( $A_nB_m$ ) соединений (1-7). В состав соединения 8 входит еще один элемент (X).

## Заключительный этап

## Задания тура по выбору

	B, %	$T_{\text{пл.}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{кип.}}, ^\circ\text{C}$	d, г/см <sup>3</sup> (T, ° C)	дип. момент, D	длины связей, нм		валентные углы, °	
						A - A	A - B	BAB	AAB
1	37,2	-164,6	-9,3	-	1,03	0,189	0,160	92,5	107,5
2	37,2	-133	+15	1,6 (-100)	1,45	0,186	0,1635		108,3
3	54,2	-	-	-	1,05	-	0,159	98	-
4	54,2		-		-	0,203	0,165 0,157	87 167	76 - 106
5	70,3	-121	-38	1,919 (-73)	0,63		0,1646 0,1545	173,1 101,6	
6	74,8	-52,7	+26,7	2,0936 (0)	0	0,221	0,157	90 180	90 180
7	78,1	-50,5	-63,8 (субл.)	1,88 (-56)	0	-	0,157	90 180	-
8	37,2	-136,7	-55,4	3,55 (-68)	1,11	0,141 (A-X)	0,153	96	124 (XAX)

1. Определите А, В, Х.
2. Определите состав соединений 1 - 8.
3. Изобразите схематическое пространственное строение 1-8.
4. Определите агрегатное состояние 1-8 при стандартных условиях.
5. Приведите способы получения 2 и 7 исходя из простых веществ (уравнения химических реакций).
6. Какие из веществ 1-8 склонны к димеризации? Почему?
7. Какие из веществ 1-8 химически активны, какие инертны? К каким процессам? (Примеры реакций).

## Задача 4

Некоторое вещество представляет собой серо-фиолетовый порошок, способный взаимодействовать с горячим раствором щелочи (диспропорционируя при этом), а также растворяться в концентрированной азотной кислоте. Если 127 мг этого вещества обработать избытком 48%-ной азотной кислоты и полученный раствор осторожно выпарить на водяной бане, то получится 282 мг кристаллов вещества Н. Те же 127 мг

*Заключительный этап*

*Задания тура по выбору*

исходного вещества при аналогичной обработке дымящей азотной кислотой дают 310 мг вещества Ю.

Вещество Н в водном растворе способно восстанавливаться сернистым газом. Так, из 293 мг его при действии сернистого газа образуется 127 мг соответствующего простого вещества.

1. Что за простое вещество выпадает в осадок и что представляет собой исходный серо-фиолетовый порошок? Ответ подтвердите расчетами.
2. Установите формулы веществ Ю и Н.
3. Приведите уравнения всех упомянутых в задаче реакций.
4. Какова геометрия анионов в веществе Ю и в продукте щелочного диспропорционирования исходного вещества?

*Задача 5*

Читаем у Д. И. Менделеева: “Спринг и Обель (1887) замеряли объем водорода, выделяемого сплавом цинка с малым количеством Pb (0,6%), потому что тогда \_\_\_\_\_. Чтобы поверхность металла была известна, взяты были шары (диам. 9,5 мм) ... При начале действия определенного количества кислоты скорость возрастает, достигает наибольшей и затем падает с концентрацией по мере истощения взятой кислоты. Приводим результат для 5-, 10- и 15%-процентной соляной кислоты. Чрез Н обозначено число куб. сантиметров водорода, через D число секунд времени, протекшего после погружения шаров Zn в кислоту.

**Заключительный этап**

**Задания тура по выбору**

температура	в% HCl, %	H=50	100	200	400	600	800	1000
15°	5%	D=714	1152	1755	2731	3908	6284	15462
	10%	D=301	455	649	995	1573	2746	6748
	15%	D=106	151	233	440	826	1604	4289
35°	5%	D=462	705	1058	1700	2525	4132	8499
	10%	D=96	148	239	460	835	1594	3735
	15%	D=44	64	112	255	505	1011	2457
55°	5%	D=178	276	408	699	1164	2105	5093
	10%	D=34	60	113	258	491	970	2457
	15%	D=24	35	58	136	239	610	1593

Вследствие сложности явления, сами авторы признают за своими определениями не абсолютное, а лишь относительное значение, и в том смысле примечательно, что HBr дает, при прочих равных условиях (при эквивалентной крепости), большую (в 1-5 раз) скорость действия, чем HCl, а серная кислота гораздо (почти в 15 раз) меньшую скорость. Примечательно также, что при реакции металл оказался более нагревающимся, чем кислота.”

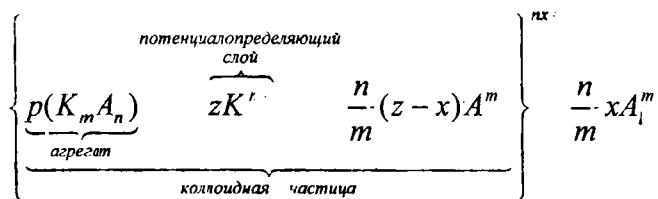
1. Для чего был добавлен свинец в цинковые шарики?
2. Установите причины увеличения скорости на начальной стадии реакции и уменьшения скорости выделения водорода в дальнейшем.
3. Почему скорость растворения цинковых шариков в серной кислоте меньше, чем в соляной, а в бромистоводородной выше ?
4. Оцените объем соляной кислоты, используемой в данных экспериментах, если плотности растворов соляной кислоты составляют 5% - 1,025; 10% - 1,05; 15% - 1,075 г/см<sup>3</sup>, а плотность цинка составляет 7,13 г/см<sup>3</sup>.
5. Предложите кинетическую модель (последовательность стадий), адекватно описывающую вторую часть растворения цинковых шариков

(уменьшение скорости растворения). Какая стадия на Ваш взгляд является самой медленной?

**6.** Нарисуйте графические зависимости относительного объема выделившегося водорода ( $\alpha = V/V_{\text{общ}}$ ) от времени для растворения цинкового шарика при условиях а)  $v \text{ HCl} \gg v \text{ Zn}$  (соляная кислота взята в многократном избытке по отношению к цинку) и б)  $v \text{ Zn} \gg v \text{ HCl}$  (цинк взят в многократном избытке по отношению к кислоте). Каким математическим уравнением будут связаны между собой  $\alpha$  и  $t$  в обоих этих случаях?

### Задача 6

Схематически коллоидную мицеллу можно изобразить следующим образом:



или

$$p(K_m A_n)zA^{m-} \frac{m}{n}(z-x)K_1^{n+} - \frac{m}{n}xK_1^{n+}$$

Состав коллоидной частицы зависит от того, каких ионов  $K^{n+}$  или  $A^{m-}$  больше в растворе, и какой ион лучше адсорбируется .

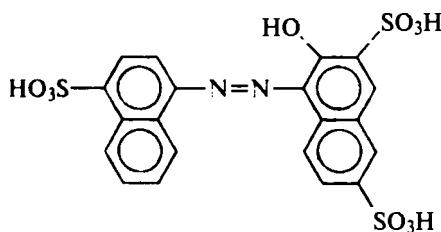
Коагуляция – объединение коллоидных частиц, вследствие сцепления при соударениях.

Коагулянты – вещества, способные вызывать или ускорять коагуляцию. Концентрация  $C_k$  (ммоль/л) коагулянта, при которой наступает быстрая коагуляция, называется порогом коагуляции и определяется уравнением Шульце-Гарди:

$$C_K = \frac{1}{z_i^6},$$

где  $z_i$  – заряд коагулянта, обычно противоположный заряду коллоидной частицы.

1. Объясните принцип действия коагулянтов.
2. Если к раствору нитрата серебра добавлять по каплям иодид калия, то коагуляцию образовавшейся коллоидной частицы будут вызывать анионы. Если к раствору иодида калия добавлять по каплям нитрат серебра, то коагуляцию коллоидной частицы будут вызывать катионы. Напишите формулы мицелл, образующихся в первом и втором случаях, и укажите заряд коллоидных частиц.
3. Напишите формулу мицеллы коллоидного раствора, образующегося при нагревании разбавленного раствора  $\text{FeCl}_3$ . Напишите уравнения реакций. Ответ обоснуйте. Укажите заряд коллоидной частицы.
4. В текстильной промышленности для очистки промывных вод от водорастворимых красителей используют коагуляцию коллоидных растворов, образованных  $\text{FeCl}_3$ . Промывные воды, содержащие водорастворимые красители, характеризуются высоким содержанием минеральных солей ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$  до 50 г/л). Расположите ионы, имеющиеся в промывных водах от красителя амарана



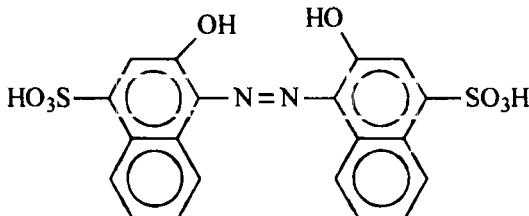
( $c = 5 \text{ г/л}$ ,  $\text{pH} = 12$ ) по уменьшению их коагулирующего действия;

5. Чтобы избежать введения дополнительных ионов для очистки промывных вод проводят электролиз этих вод с растворимыми анодами. Напишите уравнения реакций, протекающих на электродах и в рас-

**Заключительный этап**

**Задания тура по выбору**

творе, если использовать железные электроды для очистки раствора от красителя кислотного красного (с = 5 г/л, pH = 6)



Какие ионы вызывают коагуляцию коллоидных растворов? Ответ обоснуйте.

6. На станциях водоочистки для удаления (дисперсных) коллоидных примесей в природных водах используются в качестве коагулянтов со-ли  $\text{Fe}^{3+}$ . Какие частицы вызывают коагуляцию коллоидных примесей и каков заряд коллоидных частиц в природных водах?

**Задача 7**

В справочных таблицах приведено три значения произведения растворимости оксида сурьмы (III):

$$\text{ПР}_1 = [\text{Sb}^{3+}] \cdot [\text{OH}^-]^3 = 4 \cdot 10^{-42}$$

$$\text{ПР}_2 = [\text{SbO}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 7,9 \cdot 10^{-18}$$

$$\text{ПР}_3 = [\text{H}^+] \cdot [\text{H}_2\text{SbO}_3] = 1,3 \cdot 10^{-12}$$

1. Рассчитайте концентрации ионов  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{SbO}^+$  и  $\text{H}_2\text{SbO}_3$  в водном растворе над осадком  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  при 22 °C, полагая, что в растворе присутствуют только перечисленные выше ионы.
2. Рассчитайте растворимость (мг/л)  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  в воде и буферном растворе, содержащем 0,1 моль/л уксусной кислоты и 0,1 моль/л ацетата натрия. Константа диссоциации уксусной кислоты  $1,8 \cdot 10^{-5}$ . Содержанием молекулярной формы  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  в растворе можно пренебречь.
3. Рассчитайте значение pH раствора, при котором растворимость  $\text{Sb}_2\text{O}_3$  будет минимальной.

**Примечание:** В расчетах нельзя пренебрегать ни одним членом уравнения.

**Задача 8**

При сжигании кислородсодержащего соединения X массой 3,33 г были обеспечены условия количественного поглощения всех продуктов реакции 100,0 мл 2M ( $d=1,0820 \text{ г}/\text{см}^3$ ) раствора гидроксида натрия. При этом объем раствора увеличился до 109,2 мл ( $d=1,1005 \text{ г}/\text{см}^3$ ), а величина pH раствора стала равной 9,43 (влиянием ионной силы на величину pH пренебречь).

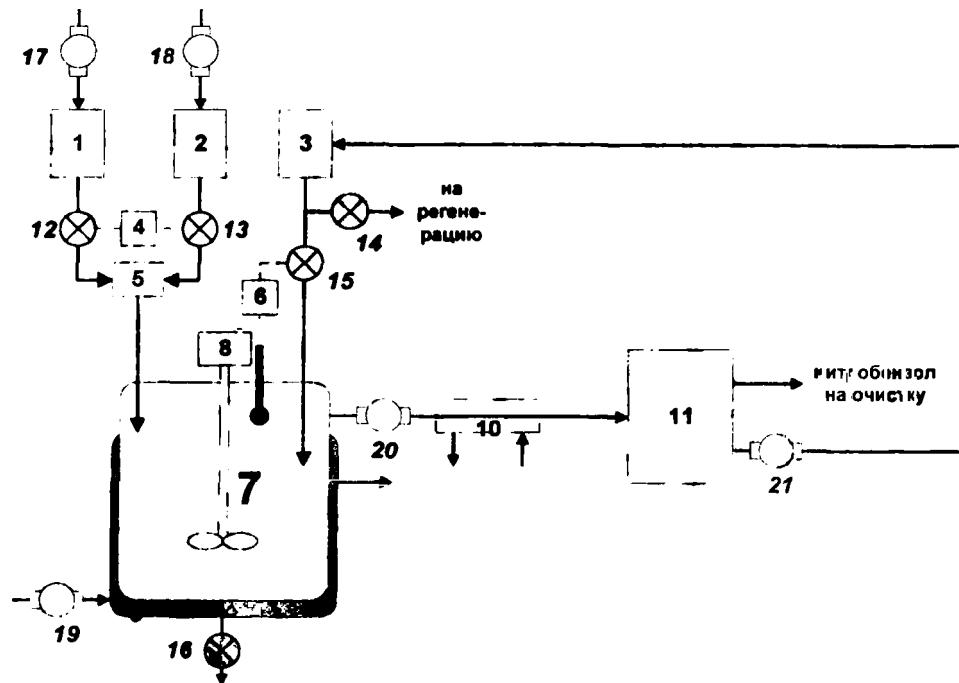
1. Установите молекулярную формулу соединения X, используя значения  $pK_2$  для угольной кислоты 10,33.
2. Установите структурную формулу соединения X, если известно, что оно вращает плоскость поляризации плоскополяризованного света.
3. Напишите формулы R- и S-изомеров соединения X.
4. Приведите механизм реакции соединения X с бромистоводородной кислотой.
5. Предскажите стереохимический результат этой реакции.

**Задача 9**

В промышленности нитробензол получают нитрованием бензола нитрующей смесью. При этом бензол и азотная кислота реагируют практически полностью. Технологическая схема приведена на рисунке.

Нитрующую смесь и бензол подают в реактор в строго определенном отношении (мольное отношение  $C_6H_6:HNO_3=1:0,98$ ). Кроме того, в реактор подают трех- пятикратную массу (от нитрующей смеси) отработанной серной кислоты. Реактор практически идеального смешения. Температура 70 °C, среднее время пребывания вещества в реакторе — 6 мин, в сепараторе, где отстаиваются продукты — столько же.

1. Напишите уравнение реакции нитрования бензола с указанием знака теплового эффекта. Что такое нитрующая смесь? Какая частица является агентом, атакующим бензол в реакции нитрования?
2. Почему используют неэквимолярное соотношение  $C_6H_6:HNO_3$ ?
3. Зачем в реактор добавляют отработанную серную кислоту?
4. Какие примеси могут присутствовать в нитробензоле после сепаратора?



Пояснения. — рабочие краны, — аварийные краны (в нормальном режиме закрыты), — насосы

1 - напорная емкость с бензолом, 2 - напорная емкость с нитрующей смесью, 3 - напорная емкость с отработанной серной кислотой, 4 - регулятор соотношения бензола и нитрующей смеси, 5 - смеситель, 6 - регулятор подачи отработанной серной кислоты в зависимости от температуры в реакторе (во время Вашего дежурства вышел из стоя), 7 - реактор, 8 - мешалка, 9 - охладитель реактора, 10 - окиситель, 11 - сепаратор, 12-15 - рабочие краны, 16 - аварийный кран, 17-21 - насосы.

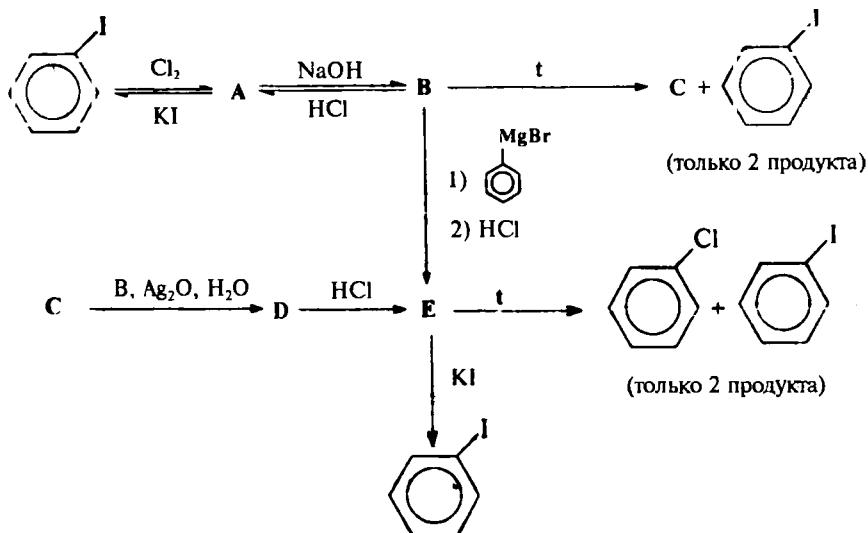
В принципе, технология производства нитробензола автоматизирована. В штатном режиме краны открыты примерно наполовину (кроме кранов 14 и 15, открытых примерно на четверть) и насосы качают на половину своей мощности. Оператор должен вмешиваться только в случае сбоев. В этих ситуациях он может с операторского пульта открывать и закрывать все краны, регулировать работу насосов и мешалки. Его задача при этом - как можно быстрее и с как можно меньшими потерями вернуться в нормальный режим работы.

Представьте себе, что оператор — это Вы. Ко дню X (один из дней Вашего дежурства) регулятор 6 вышел из строя из-за физического износа и подачу отработанной серной кислоты Вам приходилось регулировать с операторского пульта собственноручно. В час Y дня X неожиданно было отключено электричество. В результате остановились все насосы и мешалка, а также была потеряна возможность управления процессом с операторского пульта. При этом реактивы продолжали поступать в реактор под действием силы тяжести. Через две минуты электричество включили (Вас об этом, естественно, никто не предупредил). В течении нескольких секунд температура в реакторе подскочила до 130 °С и продолжала угрожающе расти.

- 5. Почему подскочила температура?**
- 6. Какие нештатные процессы (не предусмотренные технологией) начнут происходить в реакторе при повышенной температуре и какие нештатные продукты образуются? Укажите тепловой эффект нештатных процессов.**
- 7. Какие последствия наступят, если не попытаться повлиять на ситуацию?**
- 8. Что Вы предпримете, чтобы свести ущерб к минимуму?**

**Задача 10**

Памяти нашего учителя Александра  
Николаевича Несмеянова посвящается  
эта задача



1. Определите вещества А-Е и приведите их формулы строения, если дополнительно известно, что С содержит 30,5 % С и 2,1 % Н, а водные растворы D и E - хорошие проводники электрического тока.
2. Напишите уравнения реакций. Приведите тривиальные названия соединений В, С и Е.
3. У вещества Е есть изомер F, относящийся к тому же классу соединений. Приведите его структурную формулу.
4. Соединения D и E известны давно и описаны в работах Мессона и Берингера. Большой вклад в изучение химии соединений этого класса был сделан в 1950-1960 г.г. в работах академика А.Н. Несмеянова, которым впервые были синтезированы соединения типа F. Открытый в 30-х годах метод получения металлоорганических производных разложением солей диазония (диазометод Несмеянова) был рас-

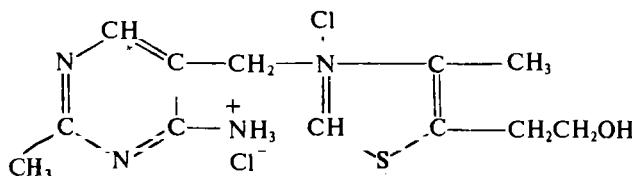
**Заключительный этап**

**Задания тура по выбору**

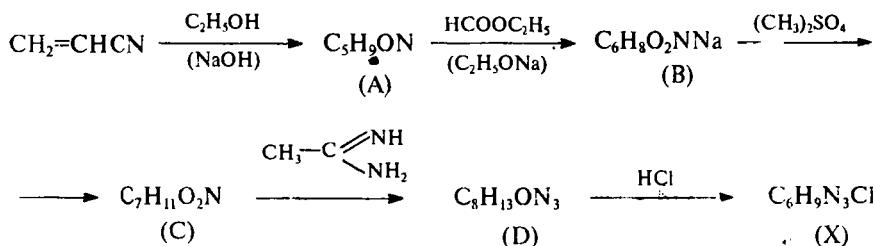
- пространен им на соединения элементов 6-7 групп. Напишите схему реакции получения соединения типа F по методу А.Н. Несмеянова.
5. Приведите уравнения реакций соединения Е с а)триэтиламином, б)дифенилсульфидом, в)дифениловым эфиrom.
  6. Действие смеси концентрированных азотной и серной кислот на Е приводит к единственному динитропроизводному. Нарисуйте его структурную формулу. Объясните ваш ответ.

**Задача 11**

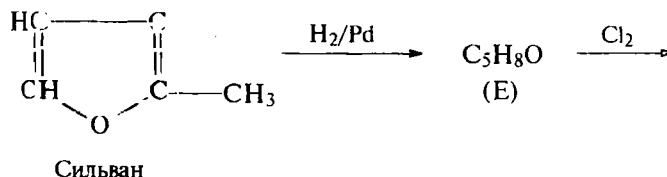
Витамин В<sub>1</sub>, имеющий следующее строение:

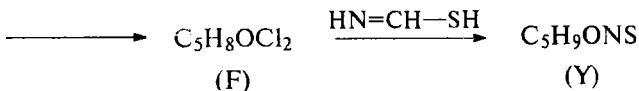


получают совместным нагреванием пириддинового производного X состава C<sub>6</sub>H<sub>9</sub>N<sub>3</sub>Cl<sub>2</sub> и тиазольного производного Y состава C<sub>6</sub>H<sub>9</sub>ONS. Соединение X предварительно получают из акрилонитрила по схеме:



Соединение Y получают, исходя из сильвана, следующим способом:

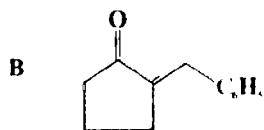
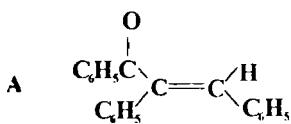




1. Напишите структурные формулы A, B, C, D, E, F, X и Y.
  2. Объясните, почему в многостадийных синтезах лучше сначала получить несколько фрагментов целевого вещества по коротким цепочкам превращений, после чего соединить эти фрагменты на последних стадиях.

### Задача 12

Два непредельных кетона А и В подвергли обработке сначала трет-бутилгидропероксидом в присутствии  $\text{VO}^{2+}$ , а затем трехфтористым бором.. В случае соединения А получили продукт С состава  $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{C}_3\text{HO}_2$ , а в случае В — продукт D состава  $(\text{C}_6\text{H}_5)\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2$ . Оба соединения С и D реагируют с избытком гидроксиламина, причем продукт реакции в первом случае образует стабильные комплексы с переходными металлами, а во втором — нет.



1. Установите возможные структуры обоих продуктов С и D.
  2. Напишите возможный механизм образования обоих продуктов.
  3. Кратко мотивируйте выбранный вами для каждого случая механизм.

### **Задача 13**

При кулинарной обработке пищевых продуктов происходит ряд сложных взаимодействий между их углеводными и белковыми компонентами. Среди этих реакций замечательны две: перегруппировка и ретроперегруппировка Амадори.

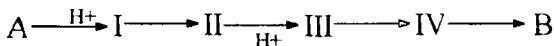
Примером, перегруппировки Амадори может служить изомеризация N-замещенных N-гликозидов альдопираноз (A) через ряд последовательных превращений:

*Всероссийская Олимпиада школьников по химии*

*Заключительный этап*

*Задания тура по выбору*

тельных стадий в N-замещенные 1-амино-1-дезоксикетофуранозы (B) в условиях кислотного катализа. Это можно выразить схемой:



В случае ретроперегруппировки Амадори N-замещенные N-гликозиды кетофураноз изомеризуются в N-замещенные 2-амино-2-дезоксиальдопиранозы.

1. Приведите структурные формулы I-IV.
2. Предложите механизм ретроперегруппировки Амадори.

*Задача 14*

В организме человека существуют два фермента, гексокиназа и глюкокиназа, катализирующие одну и ту же реакцию, а именно, превращение D-глюкозы в D-глюкозо-6-фосфат. Эти ферменты различаются:

- А) локализацией в организме. Гексокиназа присутствует практических во всех тканях и органах, а глюкокиназа — только в печени.
- Б) значением константы Михаэлиса ( $K_M$ ) для катализируемой реакции.  $K_M$  для гексокиназы составляет 0,1 mM, а для глюкокиназы — 10 mM (концентрация глюкозы в крови человека в норме, то есть через несколько часов после приема пищи и в отсутствии значительной физической нагрузки составляет 4-5 mM).

1. Приведите формулу D-глюкозы в проекциях Фишера и Хеурса, а также конформационную формулу.
2. Напишите формулу  $\beta$ -L-глюкозы в выбранном Вами способе представления (из перечисленных в вопросе 1) и обоснуйте свой выбор.
3. Напишите схему реакции превращения D-глюкозы в D-глюкозо-6-фосфат.
4. Из какого соединения происходит фосфатная группа, вводимая в глюкозу.
5. Какое соединение является источником энергии для превращения D-глюкозы в D-глюкозо-6-фосфат (учтите, что изменение стандартной

*Всероссийская Олимпиада школьников по химии*

*Заключительный этап*

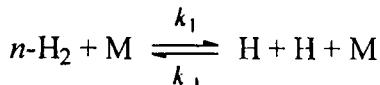
*Задания тура по выбору*

свободной энергии для реакции D-глюкоза → D-глюкозо-6-фосфат положительно).

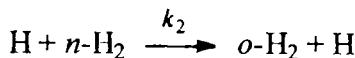
6. С точки зрения ферментативной кинетики, объясните в каком состоянии организма активна только гексокиназа, а в каком – оба фермента.
7. В какие основные конечные продукты превращается в организме D-глюкозо-6-фосфат, полученный в результате реакций, катализируемых гексокиназой и глюкокиназой.
8. Исходя из знания метаболических процессов, в которых задействованы гексокиназа и глюкокиназа, объясните различие в их локализации в организме.
9. Сравните специфичность гексокиназы и глюкокиназы.
10. Дайте определение специфичности ферментов с кинетической точки зрения.

**Задача 15**

*Ortho- и para-водород* — две модификации молекулярного водорода, отличающиеся взаимной ориентацией ядерных спинов (*ortho*-водород — параллельные спины, *para*-водород — антипараллельные спины). Превращение (конверсия) *para*-водорода в *ortho*-водород возможно только при высоких температурах; оно протекает по следующему механизму. Молекулы *para*-водорода при столкновении с инертными частицами (M) отнимают у них часть кинетической энергии и обратимо диссоциируют на атомы водорода:



Атом водорода, реагируя с молекулой *para*-водорода отнимает у нее другой атом водорода и превращается в молекулу *ortho*-водорода:

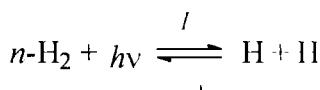


*Всероссийская Олимпиада школьников по химии*

*Завершающий этап*

*Задания тура по выбору*

- Используя закон действующих масс, получите выражение для скорости образования *ортопаро*-водорода, считая, что в ходе реакции концентрация активного интермедиата — атомарного водорода — остается постоянной. Определите порядок реакции.
- Как изменится порядок реакции, если для диссоциации молекул водорода на первой стадии использовать световое излучение с интенсивностью  $I$ :



(скорость фотохимических реакций пропорциональна интенсивности поглощенного света и не зависит от концентраций реагентов)?

- Определите минимально необходимую длину волны света, который может привести к фотохимической конверсии *пара*-водорода, если энергия диссоциации молекулярного водорода составляет 436 кДж/моль? К какому диапазону электромагнитного излучения относится данный свет? (Энергия кванта света  $E$  связана с длиной волны  $\lambda$  соотношением:  $E = hc / \lambda$ , где  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  Дж·с,  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с).
- Известны реакции низкотемпературной каталитической конверсии *пара*-водорода. Один тип катализаторов способствует образованию атомарного водорода за счет адсорбции на поверхности катализатора. Другой тип катализаторов инициирует прямую переориентацию спирнов в сильно неоднородном поле парамагнитных веществ. Приведите по одному примеру катализаторов каждого типа.